

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ACTIVITÉ PHYSIQUE

PAR
ISABELLE LA VERGNE

ORGANISATION TEMPORELLE D'UN MOUVEMENT DE PRÉHENSION
CHEZ LES ENFANTS MALADROITS DE 7-8 ANS

SEPTEMBRE 1999

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

RÉSUMÉ

La maladresse se manifeste chez les enfants par des difficultés motrices qui affectent les activités de la vie quotidienne. Ces enfants font des mouvements « incoordonnés » autant au niveau de la motricité fine que de la motricité globale. Cependant, ils ne présentent pas de retard de développement moteur ou de retard intellectuel. Toutefois, si aucune intervention n'est faite pour remédier à leurs problèmes, ces enfants resteront maladroits toute leur vie (Gueze et Börger, 1993) et éviteront volontairement de s'investir dans certaines activités motrices. Ils développent également une faible estime d'eux-mêmes et ils préfèrent s'isoler de peur d'être une fois de plus confrontés à l'échec. De nombreuses recherches ont tenté d'identifier les causes possibles de la maladresse. Cette difficulté se manifeste principalement par une lenteur de mouvement. Il apparaît également que les enfants maladroits ont de la difficulté à utiliser l'information kinesthésique afférente nécessaire au contrôle du mouvement (Smyth, 1994).

Le but général de cette étude était d'analyser l'organisation temporelle du mouvement de préhension chez les enfants maladroits de 7-8 ans. Spécifiquement, nous avons émis les trois hypothèses suivantes : L'hypothèse 1 est à l'effet que les enfants maladroits auront une performance similaire à celle des enfants du groupe contrôle sur le plan des paramètres temporels du mouvement de préhension. Cette hypothèse suppose que la maladresse n'est pas d'origine maturationnelle, c'est-à-dire qu'elle n'est pas reliée à un quelconque retard de développement moteur. L'hypothèse 2 sous-tend que certains paramètres temporels du mouvement devraient refléter la lenteur des

ajustements qui amène généralement l'enfant maladroit à échapper l'objet lors de l'ajout d'une perturbation. L'hypothèse 3 est à l'effet que l'étude des composantes temporelles du mouvement de manipulation devrait démontrer des différences dans l'organisation temporelle et une plus grande variabilité chez les enfants maladroits comparativement aux enfants du groupe contrôles.

Pour répondre à nos hypothèses, nous avons recruté cinq enfants maladroits et cinq enfants contrôles qui devaient saisir et soulever un objet dans quatre conditions expérimentales. Les conditions 1 et 2 constituaient le mouvement simple (MS) et les conditions 3 et 4 constituaient le mouvement complexe (MC). Durant le MS, l'enfant devait saisir un objet, reposant sur la table devant lui, le soulever à une hauteur de 30 cm et le reposer sur la table. Durant le MC, l'enfant devait saisir l'objet reposant au même endroit sur la table, le soulever à 30 cm et le déplacer pour aller le déposer sur une cible située à 30 cm vers la droite. Durant les conditions 2 et 4, à l'insu du sujet, l'expérimentateur ajoutait une charge de 352 g à l'objet, pour 3 essais. Les données cinématiques du bras (vitesse et accélération du poignet) et de la main (ouverture des doigts) étaient obtenues grâce au système Peak 5. La force de pince et l'accélération de l'objet étaient obtenues grâce à l'objet instrumenté d'un accéléromètre et de jauges de contrainte.

L'analyse de variance (ANAVAR) sur la vitesse du poignet et sur l'ouverture maximale des doigts n'a révélé aucune différence significative entre les deux groupes. D'après nos résultats, il ne semble pas y avoir de différence entre les deux groupes pour la force de pince appliquée sur l'objet pour le saisir. Cependant, les enfants maladroits

produisent des patrons cinématiques d'accélération de l'objet qui sont asymétriques, contrairement aux enfants du groupe contrôle. De plus, le groupe expérimental présente une corrélation inférieure entre l'accélération maximale et la décélération maximale comparativement au groupe contrôle ($r_{\text{gr. contrôle}} = -0,469$, $r_{\text{gr. maladroit}} = -0,093$). L'analyse de la trajectoire de l'objet durant le MS et le MC démontre que le groupe contrôle a un taux de réussite plus élevé que le groupe expérimental, soit de 13/15 et de 9/15 durant le MS et le MC respectivement, contre 7/15 et 1/15 pour le groupe expérimental.

En conclusion, nos résultats ne soutiennent pas l'hypothèse 1. Il n'y a pas de différence entre les groupes durant la phase de transport de la main vers l'objet; cependant lorsque les enfants maladroits le soulèvent, ils ne parviennent pas à produire une accélération symétrique comme les enfants du groupe contrôles. L'hypothèse 2 est confirmée, l'ajout d'une perturbation vient considérablement affecter la performance des sujets expérimentaux. L'hypothèse 3 est également confirmée. Plus une tâche est complexe, plus il y a de paramètres à gérer, plus l'enfant maladroit produit des trajectoires variables.

REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier mon directeur, M. Claude Dugas, pour son aide précieuse, sa rigueur et sa grande disponibilité, ainsi que mon codirecteur, M. Yves Girouard, qui a su me guider tout au long de mon projet. Je voudrais remercier tout particulièrement M. Claude Brouillette pour son soutien et son dévouement. Merci également à M. Pierre Black.

Mes remerciements s'adressent également à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'étude.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ.....	i
REMERCIEMENTS.....	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
 CHAPITRES	
I. INTRODUCTION.....	1
Lenteur de développement moteur.....	2
Maladresse et contrôle temporel du mouvement.....	3
Maladresse et utilisation de l'information.....	8
Difficulté d'apprentissage moteur.....	12
Syndrome spécifique.....	15
La préhension et la maladresse	17
Problématique.....	20
Les hypothèses.....	20
II. MÉTHODOLOGIE.....	23
Sélection des sujets.....	23
Tâche.....	25
Procédures.....	27
Appareillage.....	28
III. RÉSULTATS	30

	Page
Résultats au questionnaire de Missiuna (1990).....	30
Résultats au test psychomoteur MABC.....	33
Phase I transport de la main vers l'objet.....	35
Phase II saisie et déplacement vertical de l'objet.....	41
IV. DISCUSSION.....	72
Hypothèse 1.....	73
Hypothèse 2.....	75
Hypothèse 3.....	78
Forces et faiblesses de l'étude.....	79
V. CONCLUSION.....	82
RÉFÉRENCES.....	84
ANNEXES.....	89
A. Traduction du questionnaire de Missiuna.....	90
B. Traduction de la liste de vérification du MABC.....	93
C. Épreuves détaillées du MABC.....	96

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Page
1. Résultats des sujets du groupe expérimental au test de Missiuna (1990) et à la liste de vérification du MABC.....	31
2. Résultats aux sous-sections du test psychomoteur MABC pour les deux groupes de sujets.....	33
3. Hauteur maximale (cm) atteinte par les enfants des deux groupes selon les conditions de MS et MC avec et sans perturbation.....	47
4. Force de pince (N) des sujets contrôles pour les essais réussis....	50
5. Force de pince (N) des sujets expérimentaux pour les essais réussis.....	51
6. Accélération moyenne (m/s^2) par sujet pour les conditions de MS avec et sans perturbation ainsi que le facteur de diminution de l'accélération suite à l'introduction de la perturbation.....	53
7. Moyenne des valeurs maximales d'accélération et de décélération (m/s^2) ainsi que leur temps d'atteinte (ms) pour les deux groupes selon les conditions de MS et MC avec et sans perturbation.....	58

LISTE DES FIGURES

Figures	Page
1. Illustration de l'enchaînement des mouvements utilisés dans l'étude de Smyth (1994).....	11
2. Représentation de l'objet et de la tâche MS.....	25
3. Représentation de l'objet et de la tâche MC.....	25
4. Photographie du montage expérimental dans les plans frontal et vertical	26
5. Interaction groupe par épreuve psychomotrice du MABC.....	35
6. Comparaison des vitesses du poignet dans le MS sans perturbation et avec perturbation pour les sujets 4 et 7.....	36
7. Comparaison des vitesses du poignet dans le MC sans perturbation et avec perturbation pour les sujets 4 et 7.....	37
8. Comparaison des courbes d'ouverture des doigts dans le MS sans perturbation et avec perturbation pour les sujets 2 et 6...	39
9. Comparaison des courbes d'ouverture des doigts dans le MC sans perturbation et avec perturbation pour les sujets 2 et 6...	40
10. Déplacement de l'objet dans les plans X et Y durant le MS sans perturbation pour les sujets 5 et 10.....	43
11. Déplacement de l'objet dans les plans X et Y durant le MC sans perturbation pour les sujets 5 et 10.....	44

	Page
12. Courbes de la force de pince dans la condition de MS avec et sans perturbation pour les sujets 4 et 10.....	56
13. Courbes de la force de pince dans la condition de MC avec et sans perturbation pour les sujets 4 et 10.....	57
14. Corrélation entre l'accélération maximale et la décélération maximale pour le groupe contrôle	59
15. Corrélation entre l'accélération maximale et la décélération maximale pour le groupe expérimental.....	59
16. Courbes d'accélération de l'objet durant le MS avec et sans perturbation pour les sujets 3 et 8.....	60
17. Courbes d'accélération de l'objet durant le MC avec et sans perturbation pour les sujets 3 et 8.....	61
18. Tracé de l'accélération et de la force de pince pour les sujets 3 et 8 durant le MS sans perturbation	64
19. Tracé de l'accélération et de la force de pince pour les sujets 3 et 8 durant le MS avec perturbation	65
20. Tracé de l'accélération et de la force de pince pour les sujets 3 et 8 durant le MC sans perturbation	66
21. Tracé de l'accélération et de la force de pince pour les sujets 3 et 8 durant le MC avec perturbation	67

Page

22. Courbes de ratio Tr/Fp du sujet 3 pour les MS et MC avec et
sans perturbation..... 70
23. Courbes de ratio Tr/Fp du sujet 10 pour les MS et MC avec et
sans perturbation..... 71

CHAPITRE I

Introduction

Certains enfants éprouvent des difficultés motrices importantes dans les activités de la vie quotidienne. Ils ont de la difficulté dans les tâches motrices tant globales que fines. Ils évitent volontairement de s'investir dans des activités physiques ou sportives de peur de ne pas réussir. Leurs difficultés motrices sont telles qu'ils s'isolent pour ne pas être confrontés à l'échec. Ces enfants ont une très faible estime d'eux-mêmes, ils sont anxieux et ont un réseau social restreint (Smyth, 1992). Plusieurs pathologies peuvent expliquer ces difficultés, comme un déficit neurologique, un retard du développement intellectuel ou encore un handicap physique. Par contre, il existe des enfants n'ayant aucune de ces pathologies et qui laissent voir des difficultés motrices évidentes. Ces enfants sont considérés maladroits. Hulme, Biggerstaff, Moran et McKinlay (1982) définissent la maladresse par la présence de difficultés motrices qui ne peuvent pas être expliquées en termes de retard de développement intellectuel ou physique. Gubbay (1975), pour sa part, spécifie qu'un enfant maladroit ne présente pas de signes d'ataxie, de mouvements involontaires, de réduction ou de perte de la sensibilité. La maladresse ne provient pas d'un retard physique ou intellectuel. Ces aspects importants de la définition ne sont pas toujours considérés dans la sélection des sujets et représentent un facteur de confusion dans la littérature. Il y a par conséquent une grande

hétérogénéité dans les groupes d'enfants maladroits retenus dans les études portant sur le sujet (Smyth, 1992).

La façon de mesurer la maladresse diffère d'une étude à l'autre. Nous pouvons regrouper les études sous trois grandes catégories basées sur les causes possibles de la maladresse. La première catégorie regroupe les études dont les enfants ont été identifiés à partir d'une difficulté ou une lenteur de développement moteur. La deuxième catégorie regroupe les études dont les enfants étaient analysés sur le plan de leurs difficultés d'apprentissage moteur alors que la dernière catégorie considère la maladresse comme un syndrome spécifique, distinct du développement moteur ou d'un trouble de l'apprentissage de la motricité.

Lenteur de développement moteur

Plusieurs études utilisent une épreuve normée de développement de la motricité, tels le Bruininks-Oseretski ou le *Test of Motor Impairment* (TOMI) pour identifier les enfants maladroits (Lord et Hulme, 1987; Van der Meuler, Van der Gon, Gielen, Gooskens et Willemese, 1991; Smyth, 1991; Henderson, Rose et Henderson, 1992; Geuze et Börger, 1993; Smyth, 1992; Missiuna et Polatajko, 1994; Piek et Coleman-Carman, 1994; Schoemaker, Hiljlkema et Kalverboer, 1994; Henderson, Barnett et Henderson, 1994; Smyth, 1996). Généralement, les chercheurs retiennent les enfants qui se situent en deçà du cinquième ou du dixième percentile selon l'échelle psychométrique choisie. Dans cette optique, la maladresse est le reflet d'un retard ou d'une lenteur du développement moteur de l'enfant. Cette

méthode d'identification suggère donc que le problème de la maladresse soit associé à un problème de maturation du système nerveux central (SNC).

Une nouvelle appellation, de plus en plus utilisée, a été suggérée pour désigner ce problème : le désordre du développement de la coordination (DDC). La première définition du DDC date de 1987 (l'Association Américaine de Psychiatrie), et elle précise que les enfants qui en sont atteints présentent des troubles de la coordination qui se manifestent dans les activités de la vie quotidienne et scolaire. Par contre, ce désordre ne doit pas être attribué à un retard intellectuel. L'appellation « DDC » suggère bien ce dont il est question dans cette première catégorie d'études : la maladresse est vue sous l'angle de troubles de la coordination, cette dernière étant envisagée dans l'optique de son développement (maturation avec l'âge).

Maladresse et contrôle temporel du mouvement. Les chercheurs qui associent la maladresse avec un retard de développement abordent la problématique de la maladresse en analysant la performance d'enfants maladroits dans des tâches de pointage, de poursuite et de coïncidence-anticipation. Les principales variables dépendantes sont le temps de réaction (TR) et le temps de mouvement (TM) (Henderson et al., 1992). Le TR représente l'intervalle entre la présentation d'un stimulus et le début de la réponse. Cet intervalle implique que le sujet identifie le stimulus, sélectionne la réponse appropriée, programme la réponse et envoie la commande motrice. Généralement, on considère le TR comme le reflet de la rapidité et de l'efficacité de la prise de décision. Henderson *et al.* (1992) et

Missiuna (1994) ont remarqué que le TR, dans une tâche de pointage, est significativement plus long chez les enfants maladroits comparativement à ceux des sujets contrôles. Cette augmentation du TR provient, selon Smyth (1991), d'un problème de programmation motrice.

Le TM comprend l'intervalle entre le début et la fin de la réponse motrice. Cette variable est un indicateur de l'efficacité de la programmation motrice. Dans les mouvements rapides de pointage, les enfants maladroits obtiennent des TM plus longs que les enfants d'un groupe contrôle (Missiuna, 1994; Henderson *et al.*, 1992). Les tâches d'une durée de plus de 1300 ms impliquent, selon Schmidt (1982), une programmation en boucle fermée. Ce type de programmation implique l'utilisation de rétroactions dans le contrôle du mouvement pour atteindre l'objectif de la tâche. L'analyse d'une séquence de mouvements comme « lever la main et exécuter un déplacement de celle-ci de la droite vers la gauche », démontre que les enfants maladroits présentent des TM plus longs comparativement à ceux d'un groupe contrôle (Smyth, 1991). Par contre, lorsque les enfants maladroits exécutent un mouvement simple, qui consiste simplement à « lever la main vers le haut », on remarque qu'il n'y a pas de différence avec les enfants d'un groupe contrôle. Ces observations suggèrent que les enfants maladroits semblent avoir de la difficulté à gérer l'information afférente nécessaire à la programmation en boucle fermée. Ce qui signifie que les enfants maladroits sont capables de programmer adéquatement des mouvements en boucle ouverte, comme simplement lever la main, mais éprouvent de la difficulté dans l'utilisation optimale des rétroactions pour la

programmation en boucle fermée d'un enchaînement de mouvements plus compliqués.

Henderson *et al.* (1992) se sont intéressés à l'analyse d'une tâche de coïncidence. L'intérêt de la tâche de coïncidence réside dans le fait que le sujet estime lui-même le délai pour produire la réponse, ce qui augmente la contrainte de programmation. Une tâche de coïncidence sous-entend une planification de la réponse motrice, en termes de durée, pour faire coïncider la réponse avec l'arrivée d'un stimulus donné. Dans cette étude, le sujet était assis devant un écran d'ordinateur. Quatre cercles de différentes couleurs étaient présentés au sujet, chaque cercle étant séparé de l'autre par un intervalle soit de 0,75 s ou de 1,5 s. Un signal sonore était associé à l'apparition de chaque cercle. La tâche consistait à appuyer sur un bouton lorsqu'un cinquième cercle apparaissait et qu'un signal sonore se faisait entendre au même moment. Globalement, les résultats des enfants maladroits laissent voir une erreur absolue du temps de coïncidence significativement plus grande que celle des enfants contrôles. Les résultats semblent refléter une difficulté à exécuter un mouvement associé à une contrainte de temps, principalement durant la condition avec un intervalle de 1,5 s.

Par contre, dans l'ensemble des études précédentes, une confusion persiste entre la maladresse et le retard de développement moteur. Pour plusieurs auteurs, ces deux concepts sont liés et interchangeables : un enfant est classé comme maladroit (on dit qu'il présente un « DDC ») parce qu'il se situe dans les normes inférieures de développement par rapport aux enfants de son âge. Les enfants

classés maladroits ont donc un degré plus ou moins important de retard dans leur développement moteur, ce qui ne nous permet pas de préciser l'étiologie de la maladresse. En effet, nous savions déjà que les enfants qui manifestent un retard de développement ont des TM plus longs que les enfants qui se développent normalement (Bruininks, 1978). Dans cette première catégorie d'études, est-ce que les enfants ont des TM plus longs (ou ont des difficultés de programmation motrice) parce qu'ils sont maladroits ou parce qu'ils présentent un retard de développement ?

Dugas, Gervais et Girouard (1999) ont tenté de distinguer la maladresse du retard de développement moteur. Dans cette étude, il y avait trois groupes d'enfants. Le premier regroupait des enfants maladroits identifiés comme tels par le test de dépistage de Missiuna (Annexe A) mais n'ayant pas de retard de développement selon l'échelle de développement psychomoteur du Bruininks-Oseretsky; le deuxième groupe comprenait des enfants maladroits avec un retard de développement moteur; le troisième groupe consistait en un groupe contrôle comprenant des enfants contrôles, c'est-à-dire qui n'étaient pas identifiés comme maladroits et ne présentaient pas de difficultés de développement. D'une part, les résultats de cette étude laissent voir qu'il est possible de trouver des enfants maladroits qui présentent un retard dans leur développement moteur et d'autres qui n'en présentent pas. Ces deux concepts ne semblent donc pas être interchangeables. D'autre part, Dugas *et al.* (1999) ont analysé la performance de ces enfants dans une tâche de frappes alternatives entre deux cibles (tâche de Fitts) et ce, pour deux indices de difficulté (1 et 3 bits). Les résultats démontrent que les enfants maladroits

des deux groupes (avec et sans retard de développement) utilisent la même stratégie de marchandage entre la précision et la rapidité que les enfants du groupe contrôle. En effet, les trois groupes d'enfants préfèrent ralentir leur mouvement (c'est-à-dire augmenter leur TM) pour s'assurer d'une plus grande précision dans le geste. Par contre, les deux groupes d'enfants maladroits obtiennent des TM significativement plus longs comparativement aux enfants du groupe contrôle à l'indice de difficulté de 3 bits. De plus, les enfants maladroits du groupe avec retard de développement tendent à exécuter le mouvement plus lentement que les enfants sans retard de développement. Comme ce dernier résultat n'est pas significatif, les auteurs ne peuvent conclure avec assurance que la maladresse est quelque chose de distinct du retard de développement. Néanmoins, la tendance des résultats pointe dans cette direction puisque les TM des enfants maladroits qui ont un retard de développement sont plus longs que ceux des enfants qui sont seulement maladroits.

Les résultats de Dugas *et al.* (1999), joints à ceux de Henderson *et al.* (1992), suggèrent aussi que les enfants maladroits ne se distinguent pas des enfants d'un groupe contrôle lorsque le niveau de difficulté est faible. Donc, les enfants maladroits ne semblent pas avoir un problème avec la rapidité d'exécution en soi, tel que reflété dans le TM de mouvements simples, mais plutôt avec l'organisation temporelle de mouvements plus compliqués. L'organisation temporelle du mouvement implique l'initiation d'une action au moment opportun, en activant les muscles au bon moment, en respectant l'amplitude, la force et la direction pour atteindre l'objectif de la tâche. L'ensemble de ces paramètres implique l'utilisation

des rétroactions. Ainsi, les enfants maladroits auraient de la difficulté à organiser correctement les paramètres temporels, en tenant compte des afférences reliées au mouvement.

Maladresse et utilisation de l'information. Plusieurs chercheurs (Hulme *et al.* 1982; Smyth et Glencross, 1986; Smyth, 1991; Smyth, 1994; Horak, Shumway-Cook, Crowe et Black, 1988; Willoughby et Polatajko, 1995) proposent que la cause de la maladresse relève de problèmes d'origine sensorielle. Spécifiquement, Willoughby et Polatajko (1995) suggèrent que les troubles de la coordination des enfants maladroits proviennent d'une difficulté d'intégration sensori-motrice. Selon cette approche, les enfants maladroits n'arrivent pas à sélectionner l'information sensorielle pertinente lors de l'exécution d'un geste. Cette incapacité à moduler adéquatement l'information afférente limiterait considérablement l'enfant dans ses apprentissages. En conséquence, l'enfant maladroit avec un trouble d'intégration sensorielle démontrerait des mouvements mal planifiés, stéréotypés ou incongrus.

L'équipe de Horak et al. (1988) a effectivement observé que les enfants maladroits avec retard de développement présentent des troubles d'intégration des informations afférentes nécessaires au contrôle postural. Ils constatent que les enfants maladroits avec retard de développement ne présentent pourtant pas de lésion ou un mauvais fonctionnement des systèmes vestibulaire, visuel ou kinesthésique. Ils concluent que ces enfants ne réussissent pas à sélectionner les afférences pertinentes pour maintenir leur équilibre lorsqu'ils sont placés dans des situations de conflit intersensoriel. Par exemple, on place un enfant sur une plate-

forme avec les chevilles en flexion, les orteils pointant vers le haut. Suite à une perturbation, qui déplace la plate-forme de l'arrière vers l'avant, l'enfant devrait normalement fléchir le tronc vers l'avant pour maintenir son équilibre. Cependant, les enfants maladroits ne tiennent pas compte de l'information proprioceptive des muscles gastrocnémiens, ce qui provoque un déséquilibre vers l'arrière et une chute. Dans cette étude, il y a aussi une confusion entre le retard de développement et la maladresse puisque le premier servait à mesurer la seconde. Il est par conséquent difficile de présumer que ces observations se révéleraient similaires chez les enfants maladroits sans retard de développement.

Hulme *et al.* (1982) se sont intéressés à la perception visuelle et kinesthésique des enfants maladroits. La tâche consistait à reproduire le plus fidèlement possible la longueur d'une ligne. Dans deux conditions expérimentales, la vision ou le sens kinesthésique était utilisé pour percevoir et reproduire le stimulus. Les résultats démontrent que les enfants maladroits reproduisaient la longueur de la ligne avec beaucoup moins de précision que les enfants du groupe contrôle, dans les deux conditions expérimentales. Donc, selon eux, il s'agit d'un problème de perception qui amène les maladroits à faire des choix erronés dans le déroulement d'un mouvement et de ce fait, provoque des mouvements qui manquent de coordination.

De leur côté, Smyth et Glencross (1986) et Smyth (1991) se sont eux aussi intéressés à une tâche de perception visuelle et kinesthésique. Ils mesuraient le TR d'un groupe d'enfants maladroits et d'un groupe contrôle lors de la présentation d'un

stimulus visuel (lumière) et d'un stimulus kinesthésique (mouvement soudain du bras à l'insu du sujet). Pour les deux conditions, les sujets devaient répondre le plus rapidement possible au stimulus en appuyant sur un bouton avec les pouces. Leurs résultats ne laissent voir aucune différence de TR entre les groupes dans le cas du stimulus visuel. Par contre, le TR des enfants maladroits pour la perception du stimulus kinesthésique était significativement plus long que celui des enfants contrôles. Cependant, cette différence du TR pour la modalité kinesthésique ne peut pas s'expliquer par un trouble de programmation puisque la réponse motrice était la même dans les deux conditions.

Par conséquent, Smyth (1991) a fait une deuxième étude pour comparer les deux modalités, visuelle et kinesthésique, sous des conditions de mouvement simple et de mouvement complexe. Pour la condition de mouvement simple, les sujets devaient lever la main en suivant un trajet en ligne droite alors que pour la condition de mouvement complexe, les sujets devaient lever la main et la déplacer en suivant un trajet de la droite vers la gauche. Les deux mouvements sont illustrés à la figure 1. Les deux types de mouvement étaient exécutés en conditions avec et sans vision. Les résultats ont démontré qu'il n'y a pas de différence significative du TM entre les groupes, pour le mouvement simple avec ou sans vision. Ce qui suggère une bonne programmation motrice lors du mouvement simple pour les deux groupes. Quant à la tâche complexe, les deux groupes ont augmenté leur TM avec et sans vision, mais les sujets maladroits étaient significativement plus lents que les sujets du groupe contrôle dans la condition sans vision. Ces résultats suggèrent, encore une fois, que

les maladroits font une moins bonne utilisation des rétroactions kinesthésiques lors de l'exécution du mouvement. À la lumière de ces résultats, il semble que ce soit la modalité kinesthésique qui pose plus de problèmes aux individus maladroits.

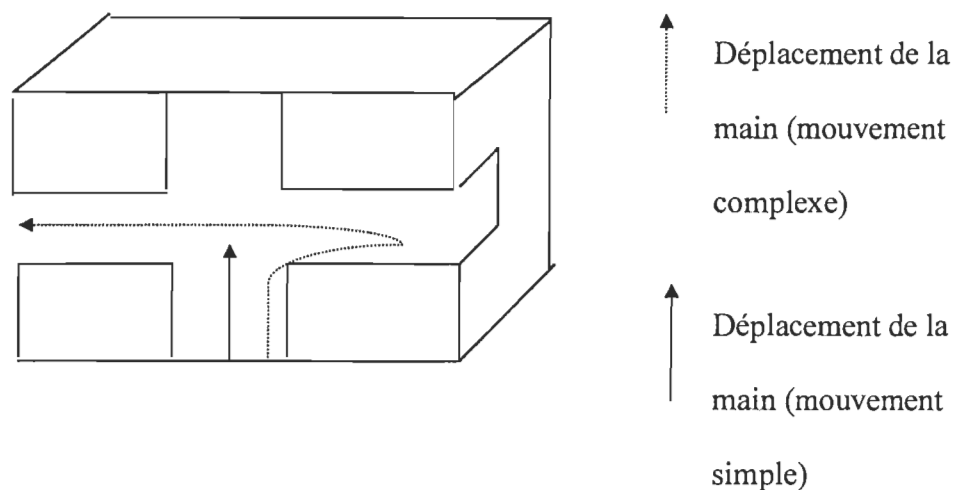


Figure 1. Illustration de l'enchaînement des mouvements utilisés dans l'étude de Smyth (1994).

Dans une autre étude, Smyth (1994) a évalué le TR simple et le TR au choix des sujets maladroits lors de tâches kinesthésiques (simple et complexe). Il a utilisé le même montage que lors de l'expérimentation de 1986 avec Glencross. Le sujet était assis avec les poignets soutenus par des cylindres et ne voyait pas ses bras. La tâche simple consistait à appuyer sur un bouton avec la main dominante lorsque le bras dominant tombait. La tâche complexe consistait à appuyer sur un premier bouton et ensuite sur un second situé vis-à-vis, à 6 cm de distance, avec la main dominante, et ce, lorsque le bras dominant tombait. Lors de la tâche de TR simple, le stimulus était appliqué uniquement au bras dominant. Durant la tâche de TR au

choix, les deux bras subissaient la stimulation et le sujet devait réagir seulement lorsque le bras dominant tombait. Le sujet exécutait le mouvement le plus rapidement possible. Selon les observations de Smyth (1994), les sujets maladroits obtiennent un TR au choix de 101 ms plus long que les enfants du groupe contrôle. Smyth (1994) n'a cependant pas trouvé de différence entre le TR pour le mouvement simple versus le mouvement complexe. Cela est dû au fait que le mouvement complexe ne s'exécutait pas à l'aide des rétroactions. Par conséquent, la programmation du mouvement complexe se faisait en boucle ouverte comme le mouvement simple. Cette autre étude soutient l'hypothèse que les enfants maladroits utilisent mal les afférences kinesthésiques. Cette hypothèse est intéressante comme explication de la maladresse. Cependant, la question demeure : ces enfants ont-ils des difficultés avec les afférences kinesthésiques parce qu'ils sont maladroits ou parce qu'ils présentent des retards dans leur développement moteur.

Difficulté d'apprentissage moteur

La dyspraxie est également énoncée pour tenter d'expliquer la maladresse. Le terme dyspraxie vient du mot «praxie», qui signifie habileté ou capacité acquise par l'apprentissage pour atteindre un but fixé à l'avance, et du suffixe «dys», qui signifie difficulté. Or, la dyspraxie se caractérise par une difficulté à apprendre une nouvelle tâche motrice, sans autres problèmes physiques ou intellectuels apparents. La dyspraxie est plutôt un problème de planification motrice se traduisant par une lenteur d'exécution et une faible efficacité dans l'atteinte du but du mouvement.

L'écriture est une tâche motrice apprise qui dépend de la maturation du SNC mais qui nécessite une intégration cognitive, sensorielle et motrice. Sans contredit, l'écriture relève de l'apprentissage. Une étude menée par Maeland (1992) auprès d'enfants dysgraphiques et maladroits visait à déterminer quelles sont les composantes parmi plusieurs tests psychomoteurs (*perceptual motor test*) pouvant servir à prédire un problème de dysgraphie. Le recrutement des sujets se faisait en deux étapes. Dans un premier temps, les enfants étaient évalués au TOMI. Les enfants qui obtenaient un score sous le seuil de 15% au TOMI formaient le groupe de maladroits. La seconde étape consistait à identifier les enfants avec un problème d'écriture. Ainsi les enfants maladroits et les enfants contrôles devaient écrire un texte de six phrases. Afin de déterminer le degré de dysgraphie, deux évaluateurs cotaient l'écriture sur une échelle de 7. Les enfants avec un score entre 1 et 2 étaient retenus comme étant dysgraphiques. Cette procédure a permis de former 4 groupes, un groupe de maladroits, un groupe de maladroits dysgraphiques, un groupe de dysgraphiques et un groupe contrôle. Selon l'auteur, le test d'intégration visuo-motrice de Beery est le meilleur indicateur pour prédire la précision de l'écriture dans les 4 groupes. D'après cette étude, on remarque que ce ne sont pas tous les enfants étiquetés comme maladroits qui ont des problèmes de dysgraphie. Par ailleurs, il est difficile de distinguer, chez les maladroits dysgraphiques, si le problème de dysgraphie est dû à un problème de la coordination ou à un problème d'apprentissage spécifique à l'écriture. L'auteur, pour sa part, attribue principalement la confusion à l'hétérogénéité des enfants regroupés sous la bannière

de la « maladresse ». Cela est facile à comprendre dans la mesure où, encore une fois, cet auteur a mesuré la maladresse à partir d'une échelle de développement moteur (le TOMI).

Missiuna (1994), dans son étude déjà citée, a aussi exploré l'hypothèse d'une difficulté d'apprentissage de la motricité comme source de la maladresse. Elle a constaté que les enfants maladroits ne se distinguaient pas des enfants d'un groupe contrôle tant en ce qui concerne le taux d'apprentissage d'une tâche de pointage que la quantité de transfert de l'apprentissage dans une autre variation de la tâche. Dans cette étude, l'auteure a aussi confondu maladresse et retard de développement moteur en mesurant l'une par l'autre.

Ainsi, jusqu'à présent, il ne semble y avoir aucune étude supportant explicitement l'hypothèse que la maladresse aurait comme source une difficulté liée à l'apprentissage des tâches motrices. La seule piste qui reste à cet égard est celle qui indique que plus la tâche de mouvement est complexe, donc sujette à l'amélioration par la pratique (en d'autres mots, par l'apprentissage), plus elle est susceptible de poser des problèmes à l'enfant dit maladroit. Par ailleurs, si la maladresse ne devait pas être liée à des tâches tributaires de la maturation, donc distincte du développement moteur, il ne resterait qu'une seule autre piste : celle des tâches apprises. Cette hypothèse reste cependant à vérifier.

Syndrome spécifique

Certains chercheurs ont développé des outils permettant de déceler les enfants maladroits. En somme, les chercheurs s'entendent tous pour dire que les enfants maladroits éprouvent des difficultés évidentes avec les activités de la vie quotidienne. Missiuna (1990) a produit un questionnaire mettant en lumière des activités de la vie quotidienne susceptibles d'être problématiques pour les enfants maladroits (Annexe A). Ce questionnaire, complété par les professeurs, permet d'identifier les enfants avec des problèmes de coordination.

Dans le même ordre d'idées, Henderson et Sugden (1992) ont eux aussi produit une liste d'activités à cocher, jumelée au MABC (Annexe B). Cette liste contient des activités motrices de la vie quotidienne. Elle comprend 4 sections et elle permet une évaluation des difficultés sensori-motrices de l'enfant d'une manière plus précise que la grille élaborée par Missiuna (1990). Chaque section se distingue par des degrés de difficulté croissants dans les activités. Les activités sont classées selon qu'il s'agit d'une action dans un environnement stable ou changeant et selon que l'enfant est stationnaire ou en mouvement. Donc, la section 4 comprend les activités motrices les plus complexes. Dans leur étude, Wright et Sugden (1996) utilisent la liste à cocher pour cibler les enfants maladroits. Les enfants situés autour du 15^e percentile à cette épreuve forment le groupe d'enfants maladroits. Conséquemment, ils n'ont pas utilisé les épreuves psychomotrices normées et intégrées au MABC pour classer les enfants. D'après leurs résultats, il semble que la section 4 de la liste à cocher du MABC permet de distinguer très clairement les

enfants maladroits des autres enfants. Cette observation n'a rien de surprenant puisque la section 4 contient les activités motrices les plus complexes, telles que : sauter, courir, attraper.

En résumé, il ressort de la littérature une grande confusion entre maladresse et retard de développement moteur. Si, pour l'instant, nous faisons abstraction de cette confusion, la littérature indique que les enfants maladroits se distinguent des autres enfants lorsque la complexité de la tâche augmente. En d'autres mots, lorsque la tâche à exécuter contient un nombre restreint de paramètres à gérer et qu'elle est bien apprise, les enfants maladroits réussissent aussi bien que les autres. Par contre, lorsque le geste implique une séquence de mouvements avec plusieurs paramètres à gérer (comme un changement de direction à un moment précis), les enfants maladroits présentent des troubles de coordination (Smyth 1991; Dugas *et al.*, 1999). Cette difficulté se manifeste principalement par une lenteur de mouvement (Missiuna, 1994; Henderson *et al.*, 1992; Dugas *et al.*, 1999; Smyth, 1991).

Il apparaît également que ces enfants ont de la difficulté à utiliser l'information afférente nécessaire au contrôle moteur. L'impact de la modalité kinesthésique dans la maladresse n'est pas encore clair mais un déficit à cet égard demeure plausible (Smyth, 1991, 1994; Willoughby et Polatajko, 1995).

D'autre part, dans les travaux de Dugas *et al.* (1999), de Smyth (1991, 1994), ainsi que de Henderson *et al.* (1992), un problème d'organisation temporelle ressort assez clairement dans la programmation du mouvement chez les maladroits, lorsque les mouvements sont exécutés en boucle fermée. Cependant, cette possibilité n'a

pas fait l'objet d'une étude systématique. En considérant que les enfants maladroits semblent avoir des troubles d'organisation et de gestion des paramètres temporels, l'analyse d'un mouvement de préhension pourrait aider à mieux cerner les difficultés au niveau de la programmation motrice chez les maladroits.

La préhension et la maladresse

Le mouvement de préhension fait partie des activités de la vie quotidienne. Les nombreuses études de Johansson (1996) ont permis de bien cerner le déroulement du mouvement chez l'adulte et l'enfant. La préhension se déroule en deux phases. La phase de transport permet d'amener la main à proximité de l'objet. Elle est essentiellement contrôlée par la vision qui permet d'identifier et de connaître la position de l'objet dans l'espace. L'information visuelle guide le mouvement tout en permettant à l'index et au pouce de s'ouvrir pour s'ajuster à la grosseur et à la forme de l'objet. L'analyse cinématique du mouvement de préhension chez l'adulte a démontré que l'ouverture des doigts est proportionnelle à la grosseur et au poids de l'objet à saisir. Ainsi, plus un objet est gros et lourd, plus l'ouverture entre les doigts sera grande (Weir, 1994). De la même façon, plus un objet sera petit et léger, moins l'ouverture des doigts sera grande. L'ouverture des doigts est également modulée par la vitesse de mouvement. Il semble que lorsqu'un sujet exécute un mouvement à vitesse naturelle (vitesse choisie par le sujet), l'ouverture des doigts est plus petite qu'à une vitesse rapide, pour l'atteinte d'un même objet (Weir, 1994). La seconde phase du mouvement est la saisie, qui se caractérise par une décélération

marquée du bras à l'approche de l'objet. Durant cette phase, il semble que chez les adultes, les doigts atteignent une ouverture maximale lorsque le poignet atteint sa vitesse minimale. De plus, l'ouverture maximale entre l'index et le pouce se produit à environ 70-80 % du temps de mouvement compris entre le départ et l'atteinte de l'objet (Paulignan et Jeannerod, 1996). Une fois le contact avec l'objet établi, les récepteurs sensoriels permettent de confirmer les prédictions du sujet sur le poids de l'objet, et de ce fait, d'appliquer une force de pince (F_p) et une force de soulèvement (F_s). La F_s et la F_p sont respectivement la force verticale appliquée pour vaincre la gravité et la force de compression appliquée sur les parois de l'objet. Chez l'adulte, la F_p et la F_s évoluent de manière parallèle. Cette observation sous-entend que l'adulte programme les forces à appliquer sur l'objet avant même d'être en contact avec ce dernier. Ainsi, lors d'un mouvement de préhension, l'adulte utilise un mode de programmation en anticipation. Par conséquent, les F_p et F_s sont calibrées en utilisant l'information visuelle ainsi que les expériences antérieures qui s'y rattachent. Cette stratégie, de contrôle anticipé, permet de pallier l'absence d'information proprioceptive avant le soulèvement (Johansson, 1996). Chez l'adulte, le contrôle anticipé se manifeste dans la phase de transport par un profil de vitesse continue, en forme de cloche avec un seul pic, ainsi que par une évolution parallèle des F_p et F_s .

Au cours du développement, les jeunes enfants utilisent les nombreuses expériences de préhension pour développer une mémoire sensori-motrice des objets. Cette mémoire emmagasine les sensations reliées à la manipulation d'objets qui

varient selon la forme, la texture, le poids ou la taille. Toutes ces informations permettent d'appliquer des Fp et Fs adéquates pour saisir et déplacer un objet (Forssberg *et al.* 1991; Paré et Dugas, 1999).

Johansson (1996), Paré et Dugas (1999) et Eliasson, Gordon et Forssberg (1991) constatent que le mouvement de préhension qui ressemble le plus à l'adulte apparaît vers l'âge de 8 ans. Cependant, chez l'enfant de 8 ans, les patrons cinématiques de mouvement sont plus variables. Cette variabilité reflète que l'enfant est en voie de raffiner la représentation interne qu'il a des objets.

L'analyse du patron cinétique du mouvement de préhension chez les enfants de 8 ans a révélé une très grande similitude avec le patron cinétique mature de l'adulte. Selon Eliasson, Gordon et Forssberg (1991), les Fp et Fs évoluent parallèlement chez les enfants de 8 ans tout comme chez l'adulte. Ils ont également noté que le profil de la dérivée de la Fp en fonction de la Fs se présente sous une forme de cloche régulière chez l'adulte et l'enfant. Ces observations impliquent que l'enfant de 8 ans n'a plus nécessairement besoin d'appliquer une force isométrique importante pour estimer le poids de l'objet avant de le soulever. Cependant, le poids de l'objet perçu lors d'un essai précédent affecte considérablement la saisie suivante. Ainsi, l'accélération verticale de l'objet est similaire même si l'on change le poids de l'objet (Gordon, 1992). On peut s'attendre à une surestimation lorsque l'enfant saisit un objet plus léger que ce qu'il avait prévu.

L'ensemble des données obtenues tant chez l'adulte que chez l'enfant indique que la manipulation n'est pas un mouvement inné. La manipulation

implique la maturation du SNC et un apprentissage relié aux expériences sensori-motrices (Johansson, 1996). La maturation fait en sorte que vers 8 ans, la préhension chez l'enfant ressemble à celle de l'adulte, tant dans ses paramètres cinétiques que cinématiques. Au delà de 8 ans, l'apprentissage continuera de favoriser la réduction de la variabilité des mouvements de préhension et de manipulation.

Problématique

Le but général de cette recherche est d'analyser l'organisation temporelle des mouvements de préhension et de manipulation chez l'enfant maladroït. Le choix de ces mouvements se justifie par le fait qu'ils représentent des mouvements importants de la vie quotidienne et dont l'acquisition est bien documentée chez l'enfant. Les causes de la lenteur associée à la maladresse pourraient être identifiées en comparant des enfants reconnus et identifiés comme maladroïts à des enfants d'un groupe contrôle.

Les hypothèses

En somme, cette étude cherche à vérifier trois hypothèses. Premièrement, elle vise à comparer deux groupes d'enfants (maladroïts mais sans retard de développement moteur et enfants contrôles), dans une condition de préhension qui consiste simplement à saisir un objet et à le soulever. Considérant que cette activité est d'abord tributaire de la maturation, les enfants maladroïts devraient exécuter le mouvement de la même façon que les enfants du groupe contrôle.

Hypothèse 1 : L'hypothèse est à l'effet que les enfants maladroits auront une performance similaire à celle des enfants du groupe contrôle sur le plan des paramètres temporels du mouvement de préhension. Cette hypothèse suppose que la maladresse n'est pas d'origine maturationnelle, c'est-à-dire qu'elle n'est pas reliée à un quelconque retard de développement moteur. Par conséquent, la maladresse ne devrait pas se refléter dans un mouvement aussi simple et tributaire de la maturation qu'est la préhension.

Deuxièmement, la recherche vise à comparer les enfants dans une condition de changement de poids de l'objet au moment du soulèvement. À l'insu de l'enfant, une charge sera ajoutée à l'objet de telle sorte que l'enfant devra rapidement ajuster la force de pince pour ne pas l'échapper. Si l'hypothèse d'un déficit de l'utilisation des afférences kinesthésiques chez les enfants maladroits est fondée, alors ces derniers devraient réussir moins bien que les enfants contrôles.

Hypothèse 2 : Les paramètres temporels du mouvement comme les moments d'application de la force de pince et de l'accélération du poignet devraient refléter la lenteur des ajustements qui amène généralement l'enfant maladroit à échapper l'objet.

Troisièmement, la recherche vise à comparer les enfants dans une condition de préhension et de déplacement qui consiste non seulement à saisir un objet mais aussi à le diriger rapidement vers une cible (manipulation). Une telle activité est le reflet de l'apprentissage. Si l'hypothèse d'un déficit de l'organisation temporelle du

mouvement est fondée, alors ces derniers devraient réussir moins bien que les enfants contrôles.

Hypothèse 3 : L'étude des composantes temporelles du mouvement de manipulation (trajectoire et accélération de l'objet) devrait démontrer des différences dans l'organisation temporelle et une plus grande variabilité chez les enfants maladroits comparativement aux enfants contrôles.

CHAPITRE II

Méthodologie

Sélection des sujets

L'échantillon se compose de 10 enfants âgés entre 7 et 8 ans, sans trouble physique apparent, de dominance manuelle droite. Tous les sujets étaient naïfs face aux objectifs de l'étude. Les enfants ont été recrutés dans les écoles primaires de la région métropolitaine de Trois-Rivières. Ce sont uniquement les professeurs d'éducation physique qui ciblaient les enfants maladroits susceptibles de participer au projet. Généralement, les enfants maladroits présentent des mouvements moins bien coordonnés que ceux de leurs pairs du même âge (Willoughby et Polatajko, 1995). Ces difficultés sont plus apparentes lors des activités de coordination globale exécutées dans les cours d'éducation physique. Keogh et al. (1979, dans Smyth, 1992) obtiennent une corrélation de 0,69 entre l'identification que font les éducateurs physiques des enfants maladroits et les résultats obtenus à un test psychomoteur, comparativement aux autres professeurs qui obtiennent une corrélation de 0,47. Ceci confirme la pertinence de s'adresser d'abord aux éducateurs physiques pour cibler les enfants maladroits.

L'échantillon comprend deux groupes de sujets; soit le groupe expérimental avec cinq enfants maladroits et le groupe contrôle également composé de cinq enfants ne présentant pas de problème de maladresse.

Les enfants du groupe expérimental furent identifiés comme maladroits par l'éducateur physique et le titulaire de la classe à l'aide du questionnaire de Missiuna

(1994) (voir la traduction à l'Annexe A). Ce test comprend 30 questions basées sur des observations simples du comportement moteur et social de l'enfant. Les enfants retenus possèdent un score d'au moins 3 sur l'échelle de 5 au questionnaire de Missiuna (1990). Le développement moteur des enfants était mesuré à l'aide du test psychomoteur *Movement Assessment Battery for Children* (MABC) de Henderson et Sugden (1992). Le MABC est une épreuve psychomotrice standardisée incluant une table de normes qui situe l'enfant selon son groupe d'âge. Il comprend deux parties. La première est une liste de vérification (voir la traduction à l'Annexe B) complétée par le professeur d'éducation physique qui permet d'évaluer les performances de l'enfant dans l'ensemble des activités de la vie quotidienne. Pour être classé maladroit l'enfant devait avoir un score équivalent ou supérieur à 50 dans cette section. La seconde partie est constituée d'épreuves pour évaluer la motricité globale (manipulation de balle, l'équilibre statique et dynamique), et la motricité fine (voir les épreuves à l'Annexe C). L'enfant devait avoir un score équivalent ou supérieur à 10 à cette section pour être reconnu comme maladroit. Les seuils établis sont les mêmes que ceux employés par Wright et Sugden (1996) pour reconnaître les enfants maladroits.

Les enfants du groupe contrôle n'ont pas été identifiés comme maladroits par leur enseignant et ils devaient avoir un score inférieur à 35 à la liste de vérification et inférieur à 10 dans la deuxième partie du MABC.

Tâche

La tâche des sujets consiste à saisir, soulever et déplacer un objet sur une distance de 30 cm, avec la main dominante. Notez que la dominance manuelle était vérifiée lors de l'évaluation psychomotrice en demandant à l'enfant d'écrire son nom. Les sujets exécutent le mouvement dans quatre conditions expérimentales. Les conditions 1 et 2 sont les conditions de mouvement simple (MS) et les conditions 3 et 4 sont les conditions de mouvement complexe (MC). Les conditions 1 et 2 consistent à saisir l'objet placé devant le sujet, reposant sur une table. Le sujet doit le soulever et le déposer au même endroit (figure 2). Les conditions 3 et 4 consistent à saisir, soulever et déplacer l'objet d'une distance de 30 cm vers la droite. Le sujet doit suivre un trajet situé face à lui et le déposer sur la cible (figure 3). Le trajet est situé à 25 cm du sujet à une hauteur de 30 cm. Le sujet doit exécuter le mouvement le plus rapidement possible.

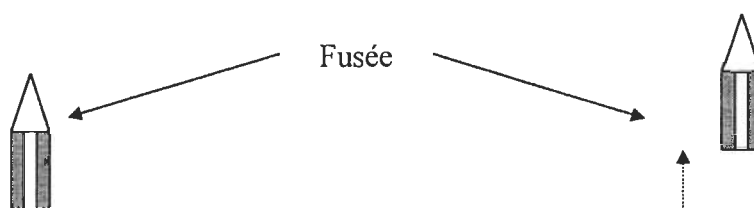


Figure 2. Représentation de l'objet et de la tâche de MS.

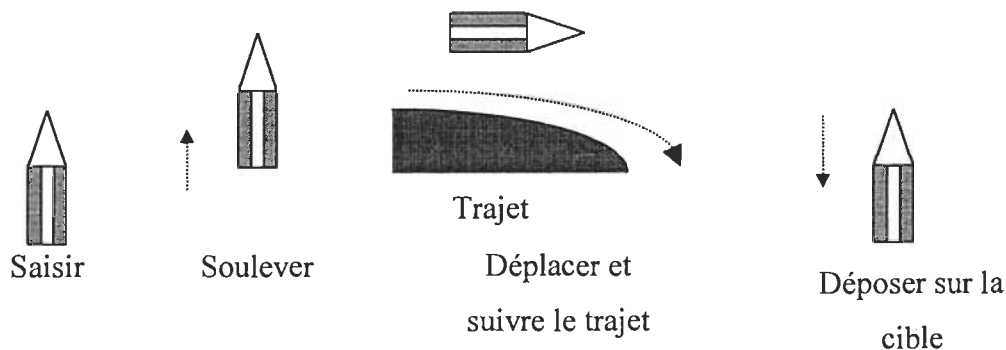
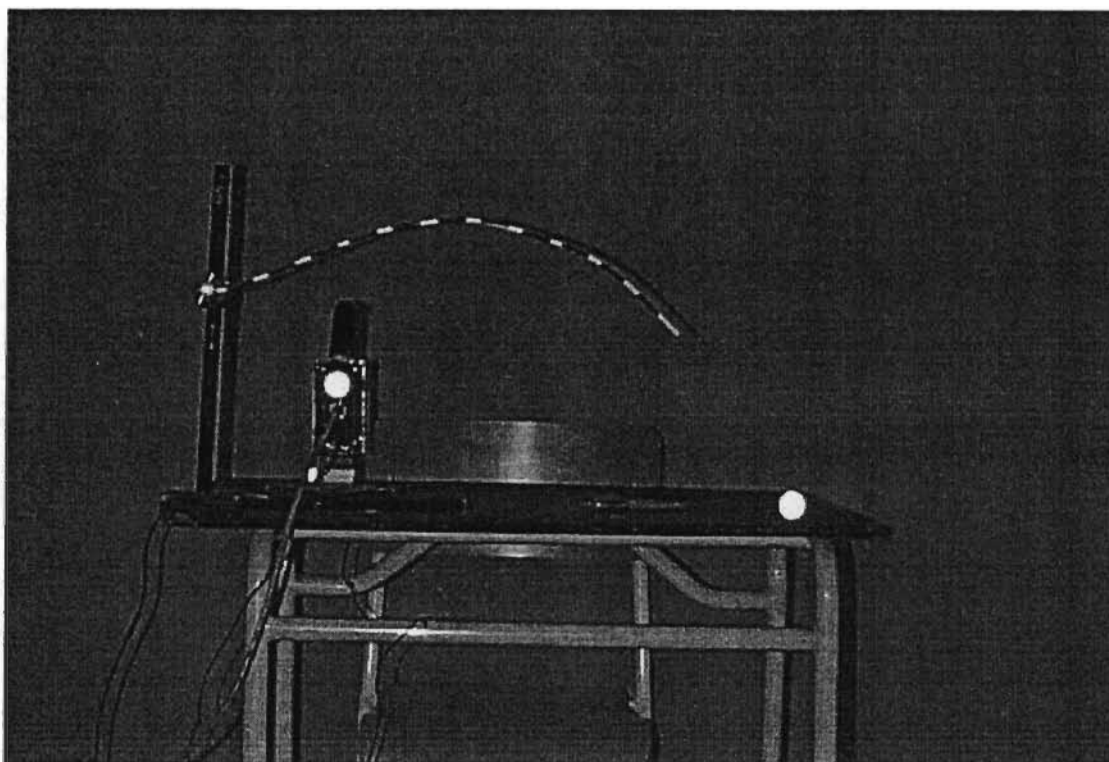


Figure 3. Représentation de l'objet et de la tâche de MC.

A



B

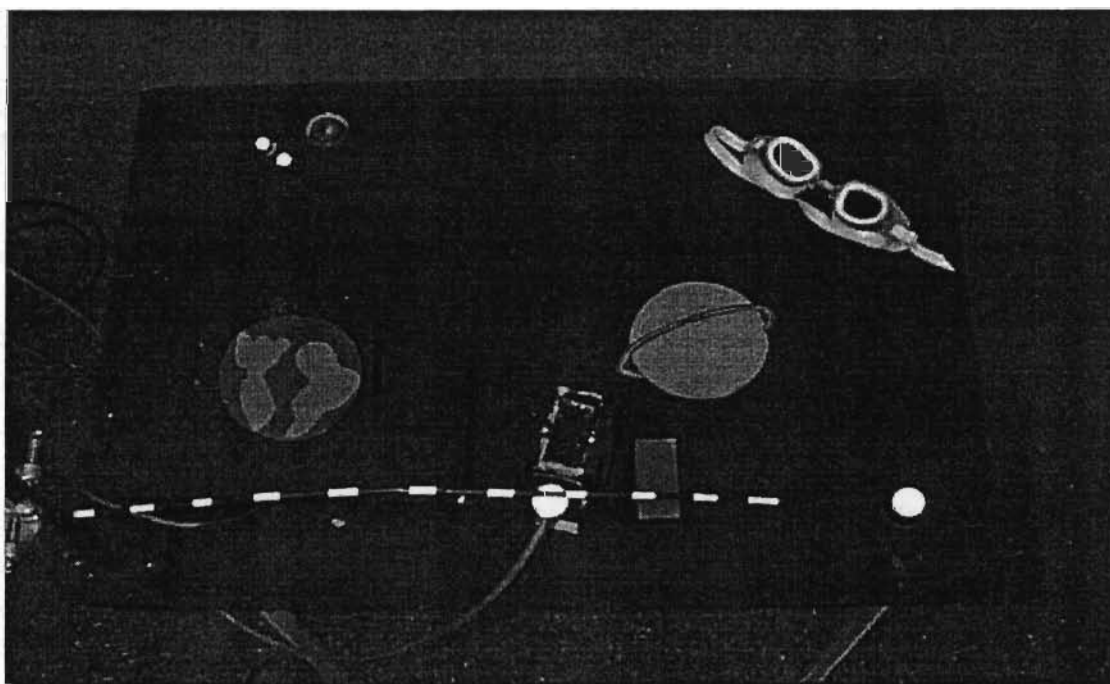


Figure 4. Photographie du montage expérimental A) vue frontal B) vue supérieure. Noter que le trajet correspond à la barre noir et blanche.

Procédures

Description générale des procédures. Chacune des quatre conditions expérimentales consiste en un bloc de dix essais avec un objet de 450 g. Pour la condition 1 (MS) et 3 (MC), le poids de l'objet reste inchangé. Pour les conditions 2 (MS) et 4 (MC), 3 essais subissent une augmentation de la charge de 352 g. Nous voulons observer l'adaptation du sujet à une perturbation inattendue, ainsi la variation du poids de l'objet se fait à l'insu du sujet. Les essais 2, 5 et 8 constituent les essais perturbés dans la condition 2, les essais 3, 6 et 8 sont ceux perturbés dans la condition 4. Durant les conditions 2 et 4, le sujet doit mettre des lunettes opaques entre les essais pour ne pas voir si l'expérimentateur augmente ou pas le poids de l'objet. Pour augmenter la charge, l'expérimentateur ajoute un bloc de 352 g à la base de l'objet. Il prend soin de faire toujours les mêmes gestes pour minimiser les indices sonores. Lorsqu'il a terminé, l'expérimentateur dépose l'objet au point de départ et il demande au sujet de retirer ses lunettes. Pour l'ensemble des conditions, les sujets doivent exécuter le mouvement le plus rapidement possible. Ainsi, les sujets sont soumis à quatre conditions expérimentales dont l'ordre de présentation est contrebalancé entre les sujets.

Pour susciter un intérêt et motiver les enfants à faire la tâche, l'objet représente une fusée. Cette fusée est située pour les besoins de la cause sur la planète Terre, qui constitue le point de départ. Dans la tâche MC, le point de départ demeure toujours la planète Terre et lorsque la fusée décolle, elle se dirige vers la planète Saturne située à droite du point de départ à une distance de 30 cm. Le montage expérimental est illustré à la figure 4.

Description de la séance d'évaluation et d'enregistrement. Dans un premier temps, l'expérimentateur procède à l'évaluation psychomotrice de l'enfant avec le MABC. La durée approximative de l'évaluation est de 30 minutes. Par la suite, l'enfant réalise les tâches de préhension et de manipulation pour une durée variant entre 30 et 45 minutes. Pour ce faire, l'enfant s'assoit sur une chaise ajustée à sa grandeur. La hauteur de la chaise doit permettre à l'enfant de poser ses coudes et ses mains confortablement sur la table. De plus, les pieds doivent toucher au sol. L'objet est placé sur la table devant lui. Une fois que l'enfant est bien installé, l'expérimentateur procède à une démonstration du mouvement et l'enfant a droit à deux essais de pratique par condition.

Appareillage

L'enregistrement cinétique. La fusée permet de mesurer la Fp exercée par les doigts tout au long du mouvement. Cette force de compression est mesurée à l'aide de deux jauges de pression placées sur les faces internes de la fusée. L'objet utilisé permet de mesurer précisément la Fp quel que soit le nombre de doigts ou leur position sur l'objet lors du soulèvement et de la manipulation.

L'enregistrement cinématique. La cinématique du mouvement a été enregistrée à l'aide d'un système de caméra vidéo à haute résolution (Peak Performance Technologies inc.). Le système d'acquisition comprend deux caméras (Panasonic WV-3990) et deux magnétoscopes (Panasonic, AG-1960) permettant l'enregistrement d'un mouvement en trois dimensions. Une caméra située devant l'enfant et une autre au-dessus de la table filment le mouvement (figure 4). Des marqueurs réfléchissants sont

collés sur le poignet, le pouce, l'index ainsi que sur la fusée. Des lampes de 250 W placées à quelques centimètres des caméras éclairent les marqueurs. Le système de traitement des données inclut un ordinateur PC 486 muni d'une carte vidéo nécessaire à la saisie des images, un logiciel de numérisation (Peak 5) ainsi qu'un magnétoscope d'édition (Panasonic AG-7350). Ainsi, la position des marqueurs dans l'espace est transformée en coordonnées cartésiennes qui peuvent être reconstituées pour connaître le déplacement des membres et de la fusée.

Acquisition et analyse des données cinétiques. Les signaux en provenance de l'objet sont échantillonnés par un convertisseur analogique/numérique (interface A/D Peak et la carte d'acquisition DT-2821) à une fréquence de 120 Hz. Les signaux analogiques sont transformés en Newton à l'aide d'une équation de calibration. Un protocole de calibration a été réalisé avant les séances d'expérimentation pour l'objet.

Acquisition des données de la cinématique. Les données cinématiques sont échantillonnées à une fréquence de 60 Hz. Les données numérisées ont été filtrées avec un filtre Butterworth et la fréquence de coupure des filtres était optimisée grâce au logiciel Peak 5 (entre 5 et 6 Hz). Le déplacement du poignet est différencié une fois pour obtenir la vitesse. De la même façon, le déplacement de la fusée subit deux différenciations pour obtenir l'accélération.

Il est important de mentionner que sur l'ensemble des graphiques représentant les variables cinétiques et cinématiques, un délai de 80 ms est ajouté au début du graphique. La valeur de 80 ms a été déterminée par convention pour uniformiser les graphiques.

CHAPITRE III

Résultats

Résultats au questionnaire de Missiuna (1990)

Le groupe expérimental comprend les enfants identifiés comme maladroits par leur professeur d'éducation physique (les sujets 6 à 10) à l'aide du questionnaire de Missiuna (1990). Les enfants retenus dans ce groupe obtiennent un score d'au moins 3 sur une échelle de 5 à ce test (tableau 1). Les enfants du groupe contrôle (les sujets 1 à 5) proviennent d'un milieu socio-économique similaire et sont dans le même groupe d'âge. L'âge moyen du groupe contrôle est de 8 ± 0 ans et de $7,8 \pm 0,4$ ans pour le groupe expérimental.

Le tableau 1 permet de comparer les résultats au test de dépistage de Missiuna (1990) et ceux obtenus avec la liste de vérification du MABC. Puisque ces deux épreuves sont communément utilisées pour cibler les enfants avec des problèmes de coordination, nous pourrions croire que la corrélation est près de 1 entre ces deux tests, or nous obtenons une corrélation de 0,60. Cette corrélation, plutôt faible, nous a amenés à nous interroger sur la construction des deux questionnaires de dépistage. Les deux tests mesurent-ils la même chose ? Nous permettent-ils de cibler correctement les enfants avec des problèmes de la coordination ?

Tableau 1
 Résultats des sujets du groupe expérimental au test de Missiuna (1990)
 et à la liste de vérification du MABC.

Sujet	Missiuna (1990)	Liste de vérification (MABC)
6	3,6	71
7	3,0	72
8	3,5	78
9	3,6	101
10	3,9	94
Moyenne	3,46	83,2
Écart-type	0,34	13,6

Une analyse de contenu des questions révèle que dans le test de dépistage de Missiuna (1990), la majorité des questions est principalement orientée sur des activités de la vie quotidienne et qu'elles se réalisent dans un environnement stable. Ce type de contenu se retrouve uniquement dans la première section de la liste de vérification du MABC. Nous avons donc refait une corrélation entre les résultats de la section 1 du MABC et le test de dépistage de Missiuna (1990) et celle-ci augmentait effectivement à 0,94. Les deux tests ne mesurent donc pas la même chose. Le MABC permet de mieux cibler les enfants maladroits. Les scores obtenus par les enfants des deux groupes au MABC sont détaillés dans le tableau 2. Le score total du MABC se calcule à partir de la

somme obtenue à la liste de vérification ajoutée à la somme des résultats obtenus lors des épreuves psychomotrices du MABC. Le tableau 2 présente dans un premier temps les 4 sections de la liste de vérification du MABC et dans un deuxième temps les 4 sous-sections formant les tâches psychomotrices du MABC, pour ensuite terminer avec le résultat final du MABC pour l'ensemble des sujets.

Résultats au test psychomoteur MABC

Tableau 2

Résultats aux sous-sections du test psychomoteur MABC
pour les deux groupes de sujets.

	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀
Sous-sections de la liste de vérification										
Section 1	2	0	1	4	0	18	11	17	15	21
Section 2	3	2	0	1	0	16	17	19	29	23
Section 3	4	2	0	3	1	17	20	19	29	28
Section 4	7	2	3	1	2	20	24	23	28	22
Somme	16	6	4	9	3	71	72	78	101	94
Tâches psychomotrices du MABC										
Dextérité manuelle	2	3	1,5	1,5	3	10	4	3,5	9	11
Habileté avec la balle	1	1,5	0,5	1,5	0	5,5	7	5,5	5	3
Équilibre statique et dynamique	0	0	0,5	2	1	0,5	2,5	4	4	3,5
Somme	3	4,5	2,5	5	4	16	13,5	13	18	17,5
Somme totale	19	10,5	6,5	14	7	87	85,5	91	119	111,5

*Les sujets S₁ à S₅ constituent le groupe contrôle et les sujets S₆ à S₁₀ constituent le groupe expérimental.

Les résultats de l'analyse de variance (ANAVAR) groupes par sous-tests du MABC démontrent un effet d'interaction significatif ($F(6,48)=27,7$, $p<0,05$). La figure 5 permet de constater que cette interaction provient de la faiblesse plus marquée de la performance des sujets du groupe expérimental par rapport au groupe contrôle dans les sections de la liste de vérification que dans les tâches psychomotrices du MABC. Le groupe expérimental se distingue dramatiquement du groupe contrôle sur l'ensemble des 4 sections. Cette observation est similaire à celle faite par Wright et Sudgen (1996) qui ont démontré que les enfants maladroits obtenaient des scores plus élevés dans la section 4 du MABC. Pour les tâches psychomotrices, il semble que l'écart le plus important entre les deux groupes se situe au niveau des habiletés manuelles alors que l'écart le moins important se situe au niveau de l'équilibre. L'effet groupe et l'effet sous-tests sont également significatifs ($F(1,48)=144,8$, $p<0,05$; $F(6,48)=34,6$, $p<0,05$). Cette interaction nous permet de constater que la liste de vérification du MABC (sections 1 à 4) est beaucoup plus sensible aux différences pouvant exister entre les enfants maladroits et les enfants contrôles que les tâches psychomotrices elles-mêmes du MABC (sections 5 à 7).

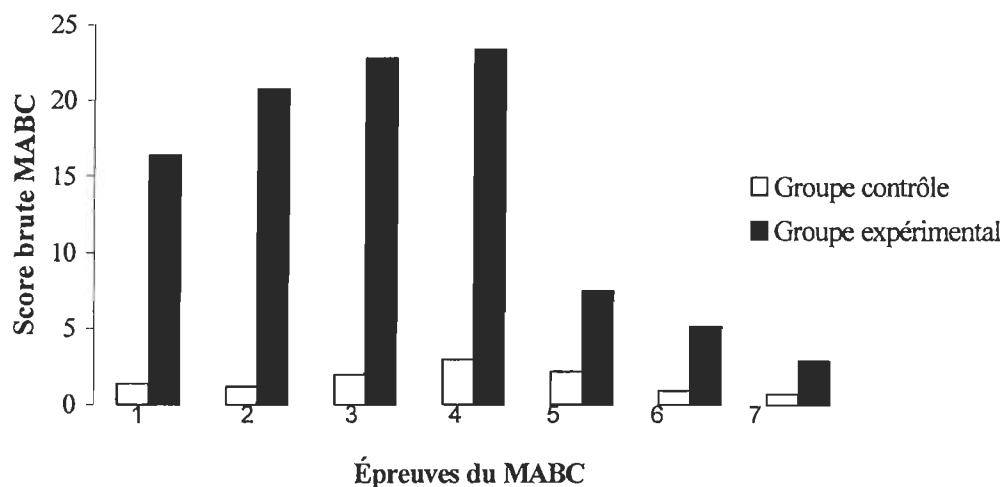


Figure 5. Interaction groupe par épreuve psychomotrice du MABC. Les numéros 1 à 4 représentent respectivement toutes les sections de la liste de vérification du MABC. Les numéros 5 à 7 sont les sous-tests des tâches psychomotrices soit dans l'ordre les habiletés manuelles, les épreuves avec la balle et l'équilibre statique et dynamique.

Phase I transport de la main vers l'objet

La vitesse du poignet. L'ANAVAR de la vitesse maximale du poignet ne laisse voir aucune différence entre les deux groupes ($V_{\text{max}_{\text{contrôle}}} = 0,82 \text{ m/s}$; $V_{\text{max}_{\text{expérimental}}} = 0,83 \text{ m/s}$). De plus, le temps d'atteinte de la vitesse maximale est similaire entre les groupes et pour les différentes conditions ($T_{\text{ps}_{\text{contrôle}}} = 207,6 \text{ ms}$; $T_{\text{ps}_{\text{expérimental}}} = 196,9 \text{ ms}$). Les courbes des figures 6 et 7 de la vitesse du poignet pour les sujets 4 et 7 sont représentatives des performances dans les deux groupes. Les vitesses du poignet présentent un patron généralement symétrique d'une condition à l'autre avec quelques

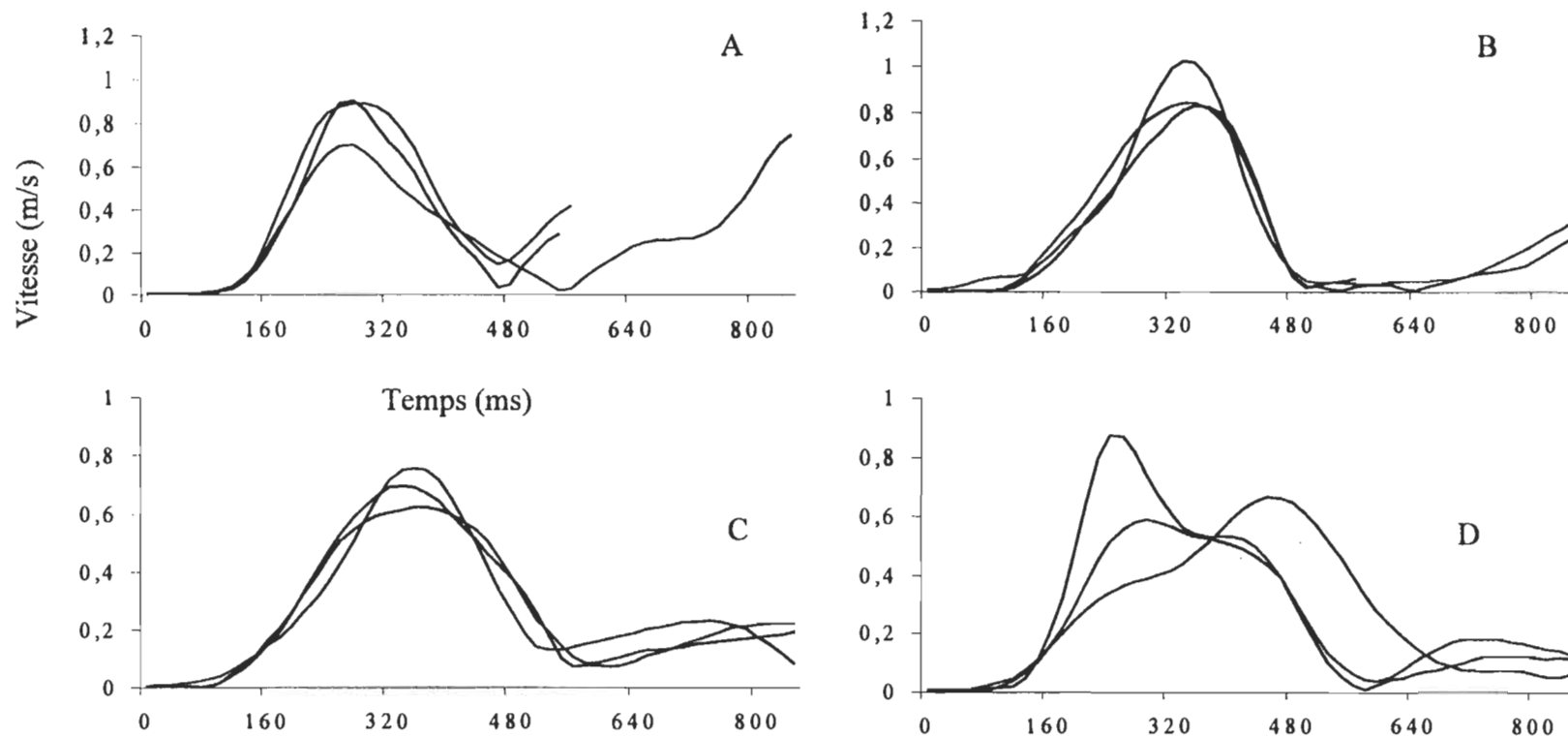


Figure 6. Comparaison des vitesses du poignet dans le MS sans perturbation (à gauche) et avec perturbation (à droite) pour le sujet contrôle 4 (A et B) et le sujet expérimental 7 (C et D). Noter que les échelles sont différentes pour les deux sujets.

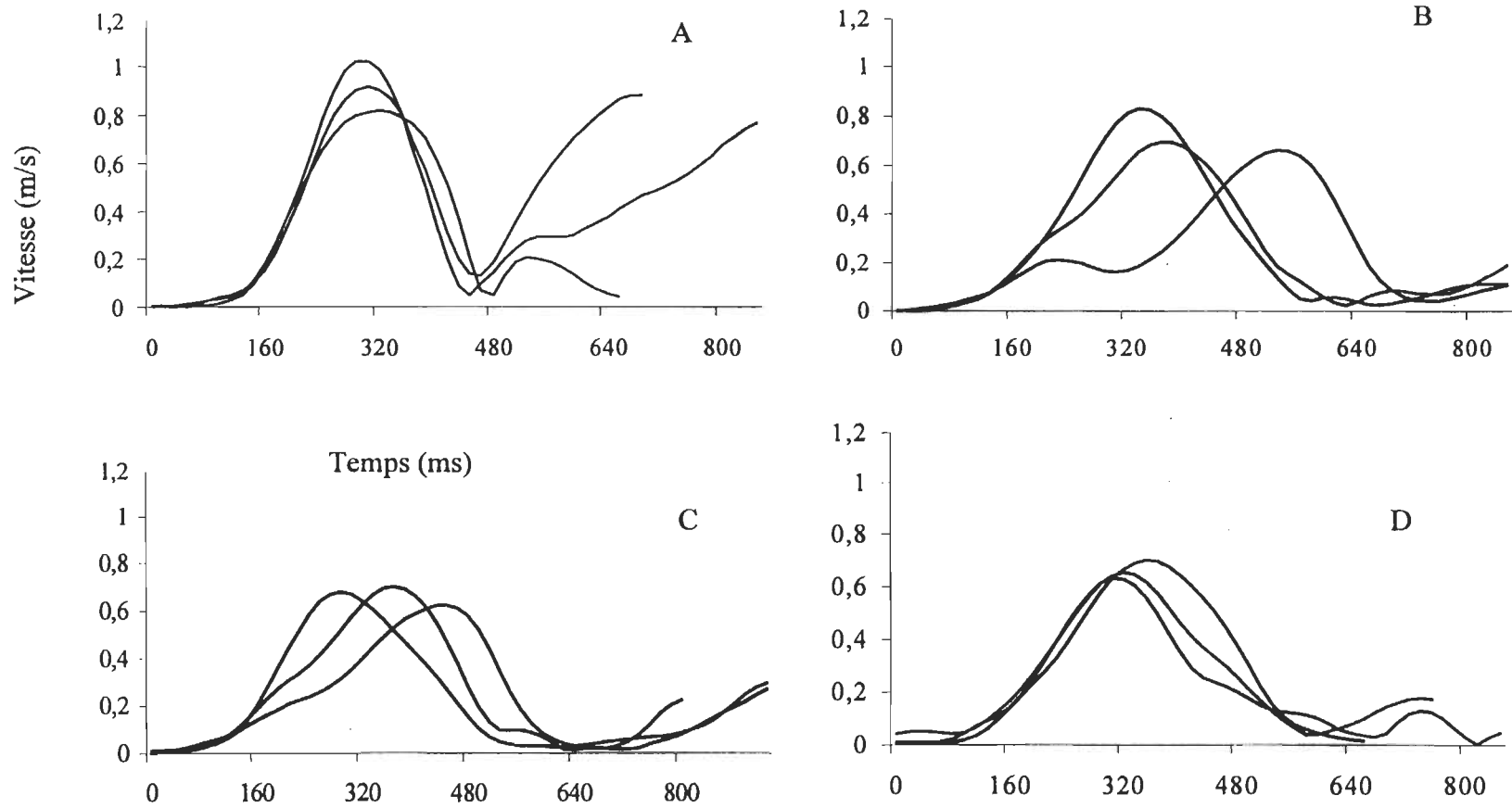


Figure 7. Comparaison des vitesses du poignet dans le MC sans perturbation (à gauche) et avec perturbation (à droite) pour le sujet contrôle 4 (A et B) et le sujet expérimental 7 (C et D).

courbes décalées dans le temps dans les deux groupes, peu importe les conditions. En d'autres mots, le patron cinématique de la vitesse du poignet est similaire, que l'essai soit exécuté lors d'un MS, d'un MC, et avec ou sans perturbation. Cette observation suggère que les enfants des deux groupes n'anticipent pas les perturbations et que les différentes conditions n'affectent pas la phase de transport du poignet vers l'objet.

Ouverture des doigts. L'ANAVAR sur l'amplitude de l'ouverture des doigts ne présente aucune différence importante entre les deux groupes ($Ouv_{\text{contrôle}} = 11 \text{ cm}$; $Ouv_{\text{expérimental}} = 9,5 \text{ cm}$). Les courbes pour l'ouverture des doigts pour les sujets 2 et 6 présentées dans les figures 8 et 9 sont représentatives de la performance des 2 groupes. Ces figures laissent voir des valeurs d'ouverture similaires peu importe les conditions. Comme les sujets n'exécutent pas tous le mouvement à la même vitesse, ils n'atteignent pas l'objet au même moment, c'est ce qui explique la variabilité dans les courbes d'amplitude de l'ouverture maximale des doigts aux figures 8 et 9.

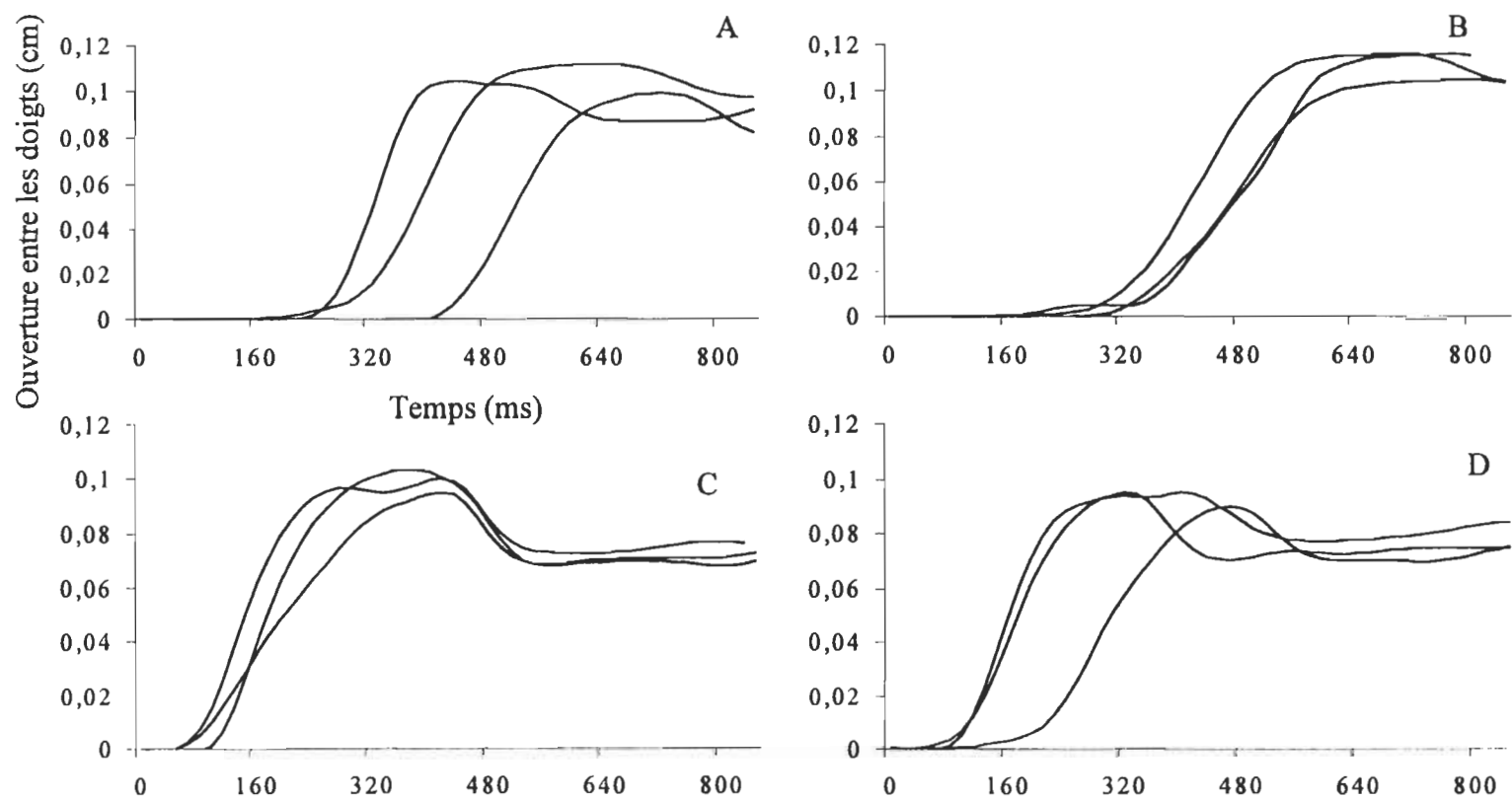


Figure 8. Comparaison des courbes d'ouverture des doigts durant le MS sans perturbation (à gauche) et avec perturbation (à droite) pour le sujet contrôle 2 (A et B) et le sujet expérimental 6 (C et D).

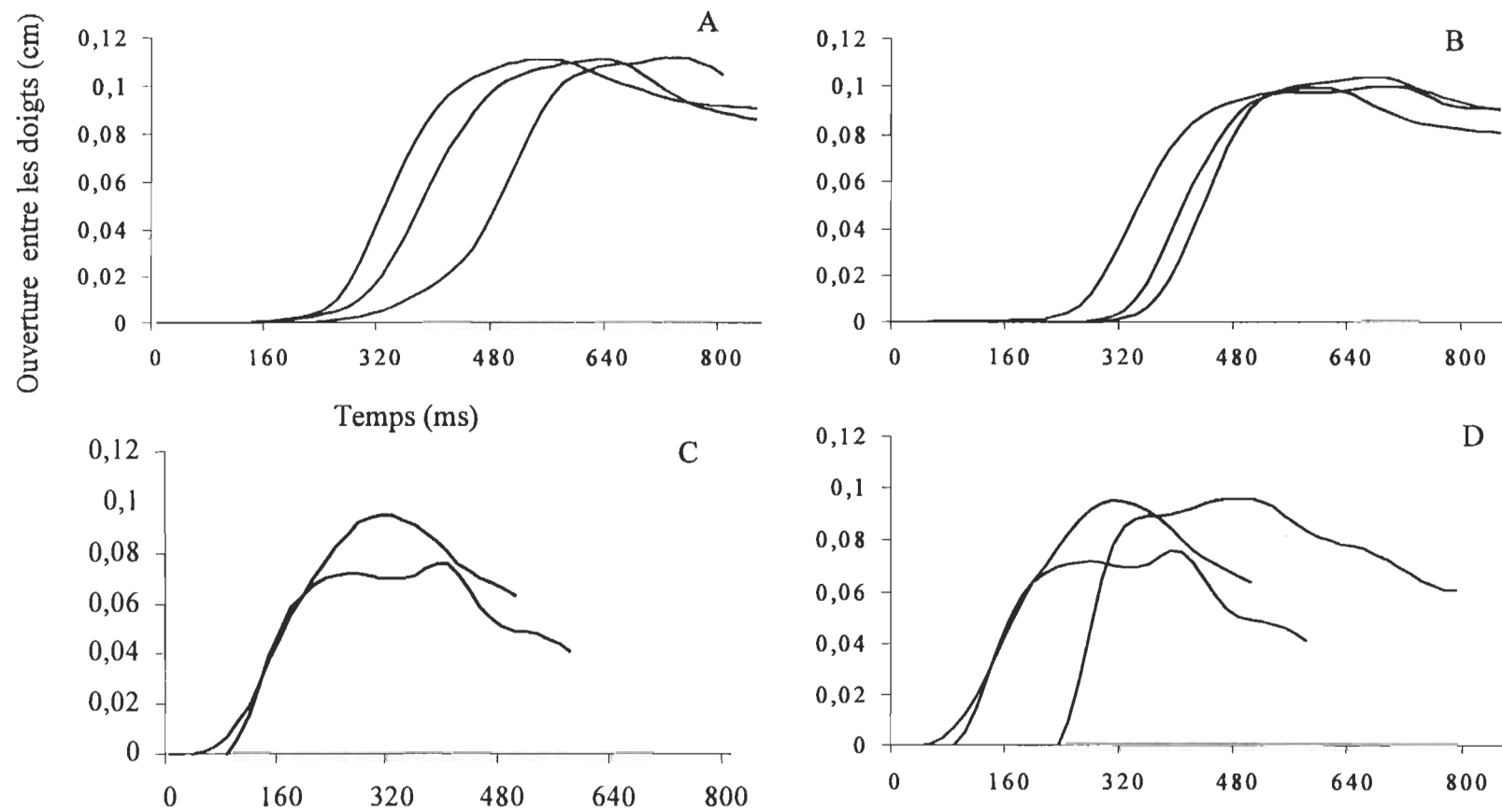


Figure 9. Comparaison des courbes d'ouverture des doigts durant le MC sans perturbation (à gauche) et avec perturbation (à droite) pour le sujet contrôle 2 (A et B) et le sujet expérimental 6 (C et D).

Phase II saisie et déplacement vertical de l'objet.

Déplacement de la fusée. La trajectoire de l'objet dans l'espace fournit un indice global de la performance des enfants des deux groupes dans l'exécution du mouvement. Elle représente d'une part, la compréhension des consignes par les enfants et d'autre part l'efficacité de la programmation motrice. La trajectoire est illustrée en combinant le déplacement de la fusée dans les plans x et y. Dans ce type de figure la distance entre les points est proportionnelle à la vitesse du déplacement dans le temps. La figure 10 présente les trajectoires du sujet contrôle 5 et du sujet maladroit 10 dans les conditions de MS avec et sans perturbation. Ces deux sujets sont représentatifs de leur groupe. Le sujet 5 ne semble pas avoir de difficulté à soulever l'objet qu'il y ait ou non une perturbation, la trajectoire est sensiblement la même (figure 10 A et B). On note cependant que dans la condition sans perturbation, ce sujet va beaucoup plus haut. Il est important de mentionner que l'origine des courbes pointillées à la figure 10 n'est pas la même pour les deux sujets. Par contre, pour le sujet 10 du groupe expérimental, les trajectoires dans la condition perturbée sont très variables et lors d'un essai le sujet n'arrive pas à soulever l'objet (voir la flèche à la figure 10 D). La figure 11 présente les trajectoires des mêmes sujets (5 et 10) dans les conditions de MC avec et sans perturbation. Encore une fois, le sujet 5 produit des trajectoires semblables, qu'il y ait ou non des perturbations durant le MC. Par contre, le sujet 10 ne respecte pas la consigne et il est incapable de suivre la trajectoire imposée durant le MC sans

perturbation. L'ajout du poids produit une augmentation marquée de la variabilité des trajectoires chez ce sujet.

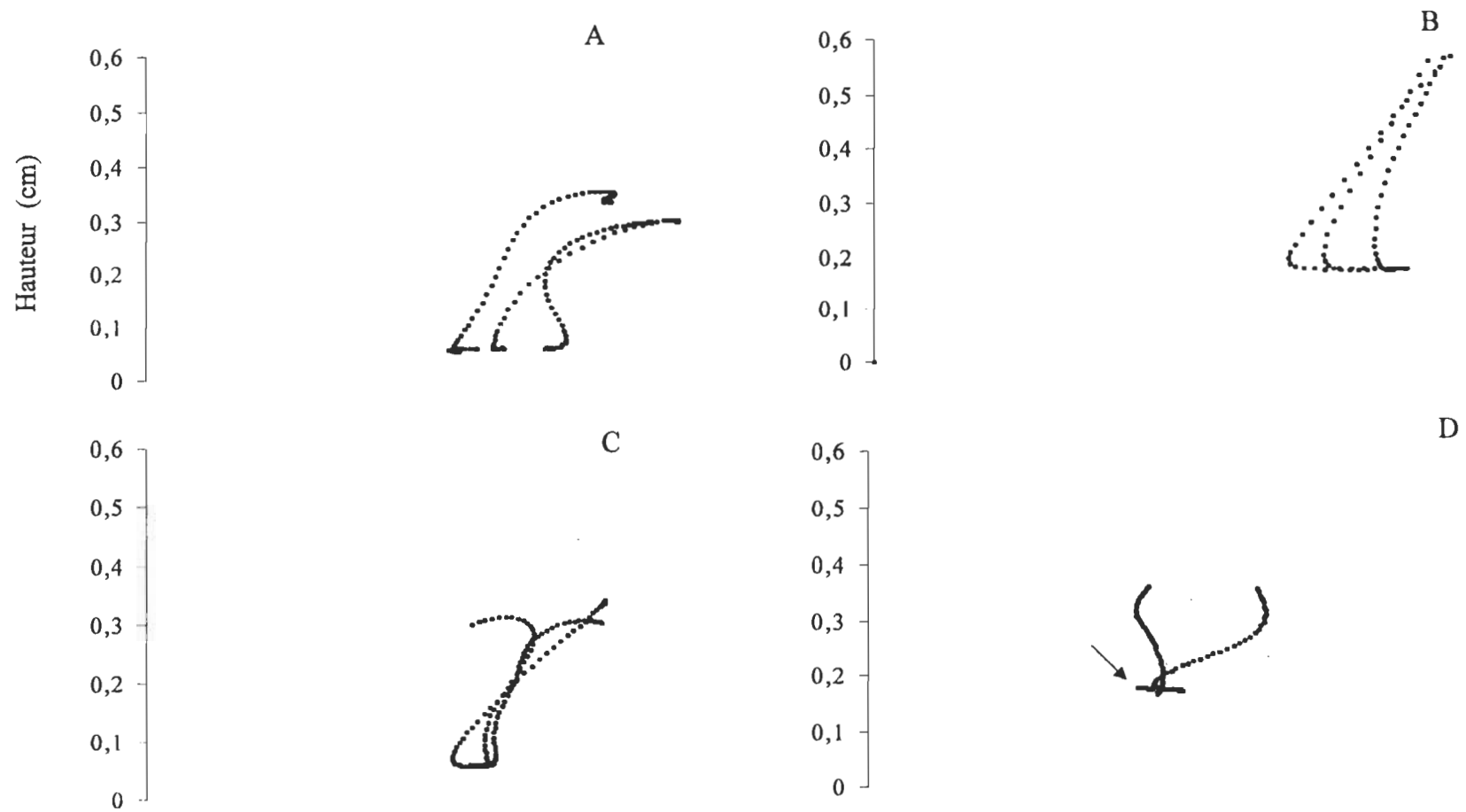


Figure 10. Déplacement de l'objet dans les plans X et Y durant le MS sans perturbation (à gauche) et avec perturbation (à droite) pour le sujet contrôle 5 (A et B) et le sujet expérimental 10 (C et D).

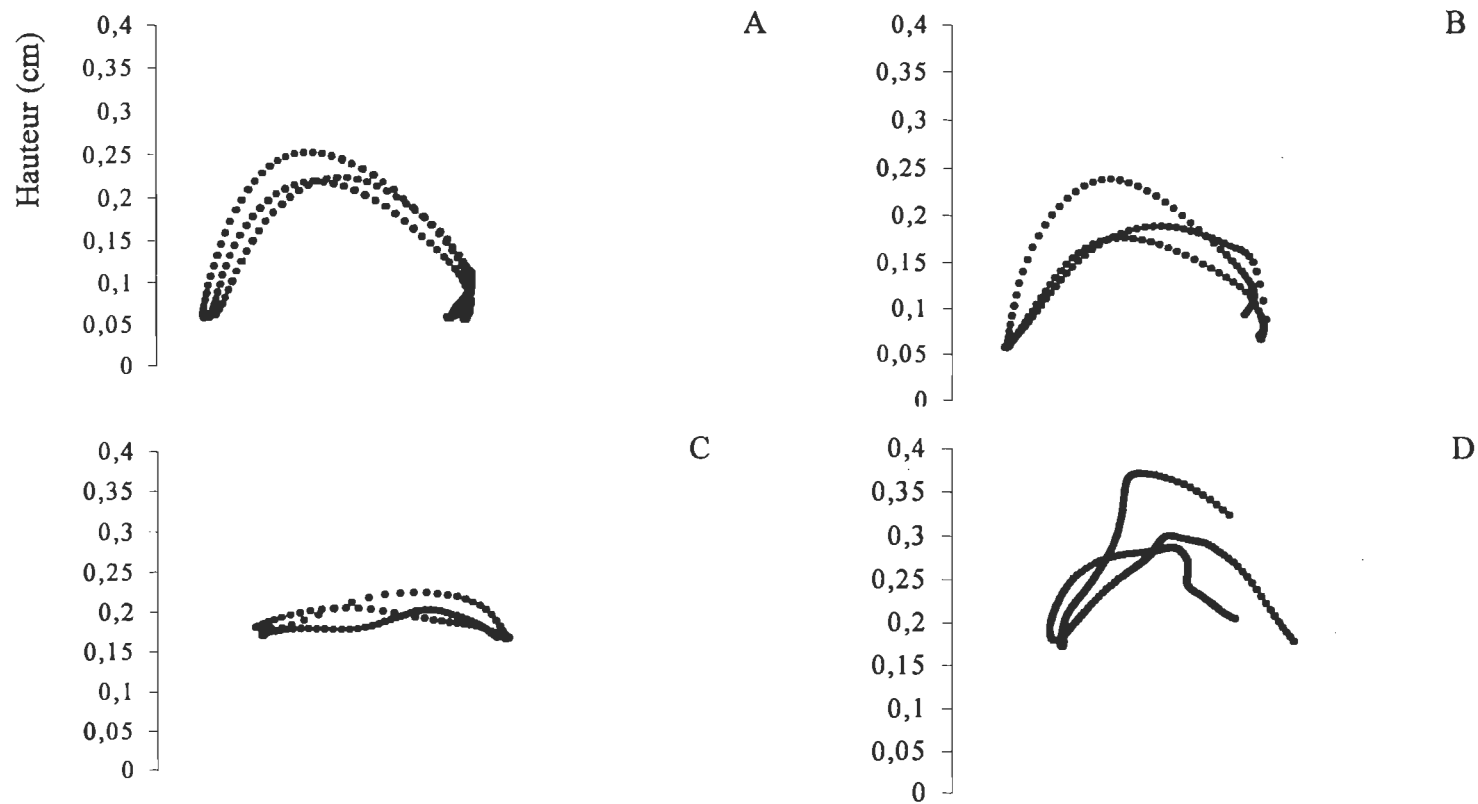


Figure 11. Déplacement de l'objet dans les plans X et Y durant le MC sans perturbation (à gauche) et avec perturbation (à droite) pour le sujet contrôle 5 (A et B) et le sujet expérimental 10 (C et D).

Selon la consigne, les enfants devaient soulever l'objet à une hauteur de 30 ± 5 cm. Le tableau 3 présente la hauteur moyenne des trois essais dans chacune des conditions pour l'ensemble des sujets. Selon ce tableau, les enfants du groupe contrôle soulèvent l'objet près de la hauteur demandée soit à $39 \text{ cm} \pm 13 \text{ cm}$ dans le MS. Par contre, les sujets maladroits soulèvent l'objet sous la hauteur exigée avec une hauteur moyenne de $25 \text{ cm} \pm 15 \text{ cm}$. Pour le MC, les enfants du groupe contrôle ont atteint une hauteur de $28 \text{ cm} \pm 13 \text{ cm}$ et les enfants du groupe expérimental une hauteur de $14 \text{ cm} \pm 8 \text{ cm}$.

Visiblement, pour le MC les enfants maladroits éprouvent de la difficulté à atteindre et maintenir la hauteur demandée lors de l'exécution du mouvement. De plus, les trajectoires des sujets expérimentaux sont plus variables d'un essai à l'autre telles qu'illustrées aux figures 10 et 11. Cette variabilité est particulièrement importante dans le MC avec des trajectoires qui sont clairement aplaties et des changements de direction plus importants.

Selon la consigne, les sujets devaient, durant le MC, soulever l'objet verticalement jusqu'à la hauteur cible de 30 cm puis ensuite induire un mouvement de rotation du poignet pour arriver à suivre la trajectoire demandée, sans oublier qu'ils devaient exécuter ce mouvement le plus rapidement possible. Il apparaît clairement dans les patrons de déplacement de l'objet que pour les deux groupes, les sujets font un compromis entre la précision et la vitesse. En d'autres mots, plutôt que de soulever verticalement l'objet jusqu'à 30 cm, les sujets préfèrent produire une trajectoire

curviligne. Les sujets contrôles parviennent à exécuter le MC avec constance et la trajectoire s'apparente à celle demandée. Cette observation n'est pas valable pour les sujets expérimentaux. Ceux-ci produisent des patrons de déplacement très variables.

Tableau 3

Hauteur maximale moyenne (cm) atteinte par les enfants des deux groupes
selon les conditions de MS et MC avec et sans perturbation.

Groupe contrôle	MS	MS perturbé	MC	MC perturbé
S1	45	20	43	43
S2	43	34	35	27
S3	57	56	34	23
S4	26	27	13	15
S5	26	26	17	14
Moyenne	39,4	28,0	28,4	24,4
Écart-type	13,4	16,8	12,8	11,7
Groupe expérimental	MS	MS perturbé	MC	MC perturbé
S6	23	24	9	13
S7	33	28	19	14
S8	15	10	20	22
S9	18	15	20	20
S10	39	18	3	21
Moyenne	25,4	19	14,2	18,7
Écart-type	15,0	17,1	7,8	4,1

La force de pince. L'ANAVAR de la force de pince maximale (Fpm) révèle un effet de condition significatif ($F(1,8)=6,789$; $p<0,05$). Les sujets des deux groupes produisent une Fpm plus grande dans le MC ($X=36,1$ N) comparativement au MS ($X=32,8$ N).

Durant le MS, les sujets produisaient un mouvement vertical rectiligne. Le MC devait lui aussi commencer par un mouvement rectiligne vertical pour ensuite devenir curviligne vers la droite. Cependant, la contrainte de vitesse a modifié le déplacement attendu. Les sujets ont fait un compromis entre la vitesse et la précision, provoquant une trajectoire uniquement curviligne. Pour cette raison, nous avons fait une analyse statistique de la Fp pour le MS uniquement. Or, l'ANAVAR de la force de pince maximale (Fpm) du MS avec et sans poids indique un effet significatif de condition ($F(1,8)=5,573$; $p<0,05$). De façon très surprenante, ce résultat suggère que les sujets des deux groupes appliquent une FPM plus faible avec l'objet plus lourd ($Fp_{\text{sans poids}}=39,0$; $Fp_{\text{avec poids}}=33,5$)

Pour tenter de mieux comprendre ce résultat ambigu, nous avons fait d'une part la sélection des essais réussis et d'autre part, nous avons analysé la relation entre la Fp et l'accélération (tableaux 4 et 5). Il existe une étroite relation entre l'accélération de l'objet et la force verticale nécessaire appliquée sur l'objet pour vaincre la gravité (Paré et Dugas, 1999). Sachant que la Fp évolue parallèlement à la force de soulèvement (Fs), il est possible en analysant la relation entre la Fp et l'accélération d'avoir quelques indices sur la manière de produire le mouvement (capacité à anticiper correctement le

poids de l'objet). Pour ce faire, nous avons déterminé un critère de réussite de la tâche qui correspond à soulever l'objet à une hauteur de 30 ± 5 cm.

Tableau 4

Force de pince (N) des sujets contrôles pour les essais réussis.

Sujets	MS sans perturbation	MS avec perturbation	MC sans perturbation	MC avec perturbation
1	*	*	24,5	35,5
	40,4	24,1	31,3	45,7
	45,6	28,4	35,7	40,0
2	36,8	*	19,8	27,7
	21,9	29,7	24,0	28,4
	31,7	32,9	28,8	28,4
3	48,0	50,8	54,3	31,0
	42,0	40,7	44,0	*
	36,0	51,9	43,8	*
4	*	*	*	*
	38,3	33,7	*	*
	44,6	37,1	*	*
5	42,7	28,1	*	*
	39,5	20,3	*	*
	32,4	23,3	*	*
Moyenne	38,4 (6,9)	33,4 (10,2)	34,0 (11,4)	33,7 (6,9)
Résultats	13/15	12/15	9/15	7/15

Tableau 5

Force de pince (N) des sujets expérimentaux pour les essais réussis.

Sujets	MS sans perturbation	MS avec perturbation	MC sans perturbation	MC avec perturbation
6	*	*	*	*
	*	42,4	*	*
	42,9	38,0	*	*
7	24,1	28,9	*	*
	26,3	20,9	*	*
	29,0	23,8	*	*
8	*	*	50,3	30,2
	*	*	*	*
	*	*	*	*
9	*	*	*	*
	*	*	*	*
	*	*	*	*
10	51,5	*	*	*
	34,3	*	*	*
	46,9	*	*	*
Moyenne	36,4 (10,7)	30,8 (9,2)	50,3	30,2
Résultats	7/15	5/15	1/15	1/15

Tableau 6

Accélération moyenne (m/s^2) par sujet pour les conditions de MS avec et sans perturbation ainsi que le facteur de diminution de l'accélération suite à l'introduction de la perturbation.

Sujets	Accélération moyenne MS sans perturbation	Accélération moyenne MS avec perturbation	Facteur de diminution
S ₁	1,1	0,3	3,7
S ₂	1,9	0,5	3,8
S ₃	2,6	1,7	1,5
S ₄	2,0	0,7	1,5
S ₅	2,6	0,4	6,5
S ₆	2,1	1,3	1,6
S ₇	2,6	0,9	2,9
S ₈	1,9	1,1	1,7
S ₉	3,3	1,5	2,2
S ₁₀	5,2	0,3	17,3

Le tableau 6 permet de mieux comprendre comment les deux groupes modifient le soulèvement de l'objet lors des essais perturbés. Deux approches pour moduler la Fp et l'accélération sont observables dans les résultats. D'une part, les sujets 2, 3 et 4 maintiennent ou augmentent légèrement la FPM afin de ne pas échapper l'objet (tableau

4). De plus au tableau 6, il apparaît que les sujets 3 et 4 présentent le plus petit facteur de diminution de l'accélération moyenne. D'autre part, les sujets 1 et 5 diminuent la FPM de 40 à 50% (tableau 4) et malgré cette diminution importante de la FPM appliquée, ils réussissent la tâche. Ceci s'explique partiellement par une réduction drastique de l'accélération de l'objet par des facteurs de 3,7 et 6,5 respectivement (tableau 6).

Dans le groupe expérimental, les sujets 6 et 7 sont les deux seuls à réussir la tâche. Le sujet 6 a maintenu la même FPM et il a un facteur de diminution de l'accélération moyenne de 1,6 le plus petit du groupe expérimental. Le sujet 7 pour sa part a diminué sa FPM et il présente un facteur de diminution de l'accélération maximale de 2,9. Ces résultats s'apparentent à ceux des sujets 3 et 4 du groupe contrôle. Le sujet 10 a réussi la tâche de MS sans perturbation. Il n'a cependant pas atteint la cible lors de l'ajout de poids. Le facteur de diminution de l'accélération maximale est cependant très élevé (17,3).

Les figures 12 et 13 illustrent les courbes de force de pince des sujets 4 et 10. Ces sujets sont représentatifs de leur groupe respectif. Le sujet 4 produit une FPM légèrement inférieure lors de l'ajout de poids, et ce, dans les conditions de MS et MC. Cette observation est également vraie pour le sujet 10 (figure 13).

Symétrie entre accélération et décélération de l'objet. L'ANAVAR sur le temps pour atteindre la valeur maximale de l'accélération révèle qu'il y a une différence significative ($F(1,8)=13,0$; $p<0,05$) entre le MS et le MC. Une fois de plus, nous avons

fait une analyse statistique séparée pour le MS et MC. Ce qui se traduit par une accélération maximale qui est retardée lors du MC comparativement au MS. De plus, la perturbation retarde le temps d'atteinte de la valeur maximale de l'accélération à la fois dans le MS ($F(1,8)=13,65$; $p<0,05$) et le MC ($F(1,8)=8,894$; $p<0,05$) pour les deux groupes.

Le tableau 7 laisse voir que les sujets contrôles ont des valeurs de décélération plus importantes dans l'ensemble des conditions comparativement aux sujets expérimentaux. Les deux groupes obtiennent des valeurs de décélération inférieures lors des conditions avec perturbation.

Les résultats pour les valeurs maximales de décélération ne laissent voir aucune différence entre les groupes. Cependant, la corrélation entre l'accélération maximale et la décélération maximale est plus élevée chez le groupe contrôle ($r = -0,469$) que chez le groupe expérimental ($r = -0,093$) (voir les figures 14 et 15). La corrélation plus élevée du groupe contrôle suggère que l'amplitude de la décélération est proportionnelle à l'amplitude d'accélération. Ceci, selon Brooks (1979), est un indicateur d'un mouvement bien programmé. Les courbes de l'accélération du sujet contrôle 3 durant le MS (figure 16A), sont visiblement plus symétriques que les courbes d'accélération du sujet expérimental 8 (figure 16C).

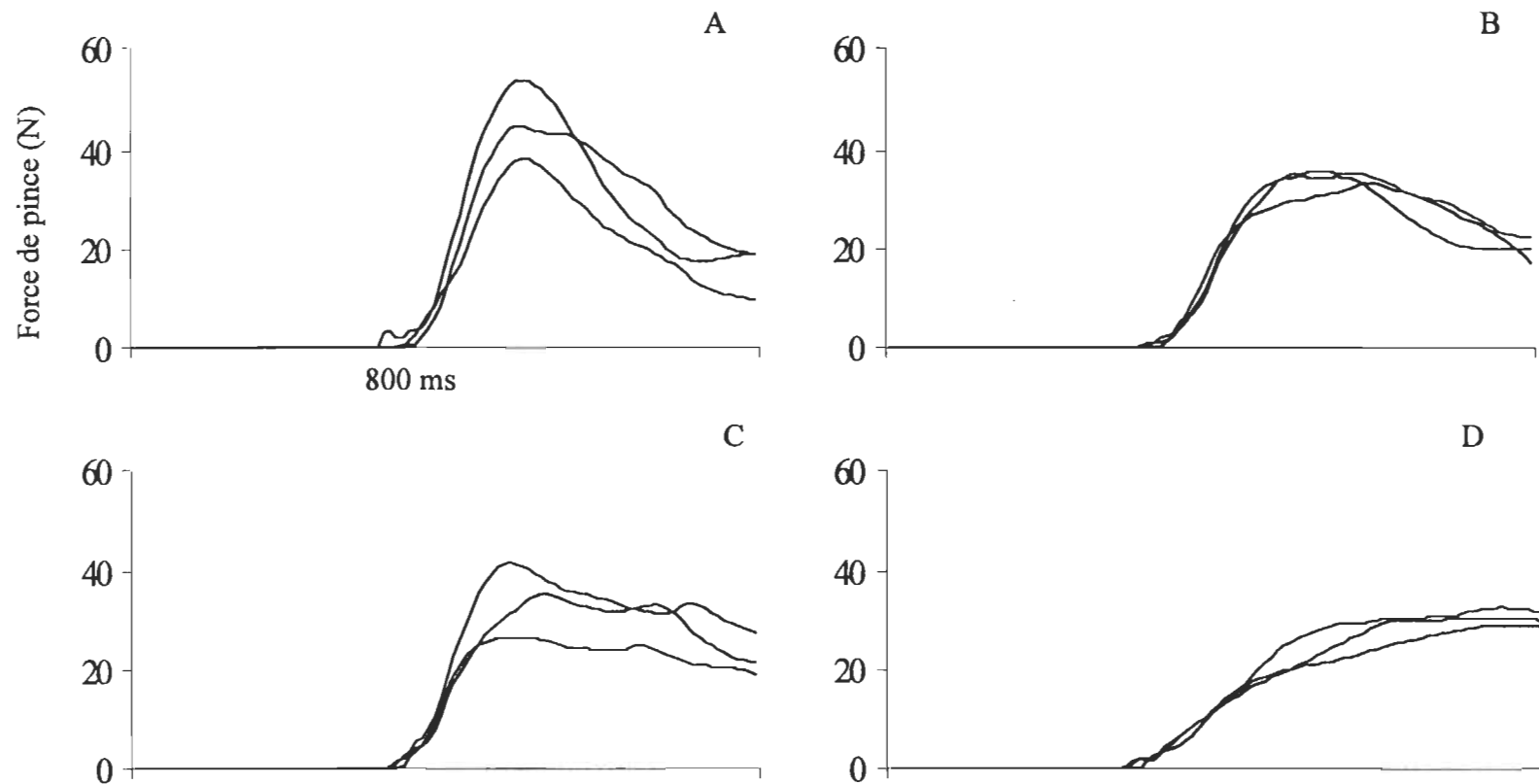


Figure 12. Courbes de la force de pince dans la condition de MS sans perturbation (à gauche) et dans la condition MS avec perturbation (à droite) pour le sujet 4 (A et B) et pour le sujet expérimental 10 (C et D).

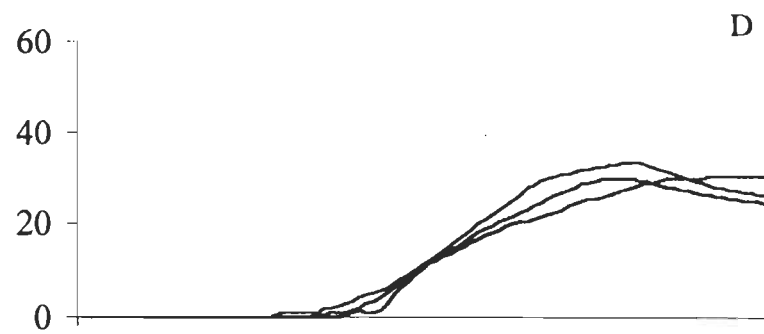
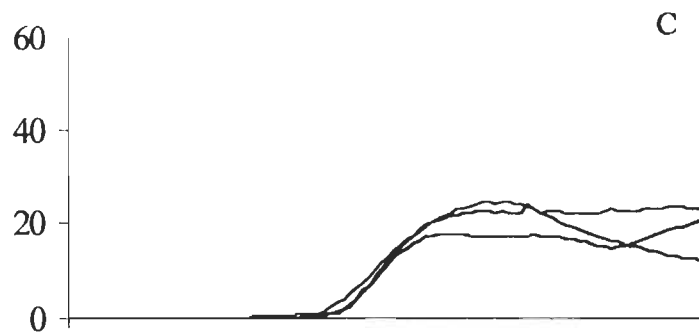
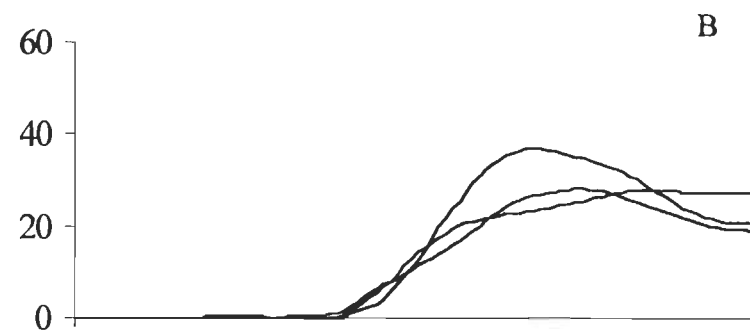
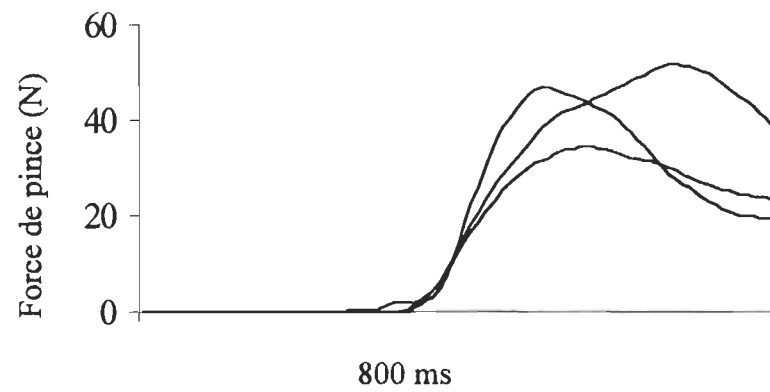


Figure 13. Courbes de la force de pince dans la condition de MC sans perturbation (à gauche) et dans la condition de MC avec perturbation (à droite) pour le sujet 4 (A et B) et pour le sujet expérimental 10 (C et D).

Tableau 7

Moyenne des valeurs maximales d'accélération et de décélération (m/s^2)
ainsi que leur temps d'atteinte (ms) pour les deux groupes selon les conditions de
MS et MC avec et sans perturbation

Groupe contrôle								
	Accélération		Décélération		Temps d'accélération		Temps de décélération	
	\bar{x}	E-T	\bar{x}	E-T	\bar{x}	E-T	\bar{x}	E-T
MS	2,04	0,62	-3,04	1,20	470	36	1362	312
MS p	0,69	0,57	-2,20	0,73	535	60	1639	792
MC	1,80	1,66	-2,25	2,06	667	238	*	*
MC p	1,27	1,31	-1,15	1,03	783	300	*	*
Groupe expérimental								
	Accélération		Décélération		Temps d'accélération		Temps de décélération	
	\bar{x}	E-T	\bar{x}	E-T	\bar{x}	E-T	\bar{x}	E-T
MS	3,11	1,23	-2,21	1,27	582	115	1182	210
MS p	1,11	0,54	-1,57	1,90	572	111	1260	372
MC	2,57	1,95	-1,46	0,84	579	123	*	*
MC p	0,89	0,69	-2,26	3,39	488	116	*	*

*Les valeurs de décélération n'ont pas été retenues compte tenu de la complexité de la tâche.

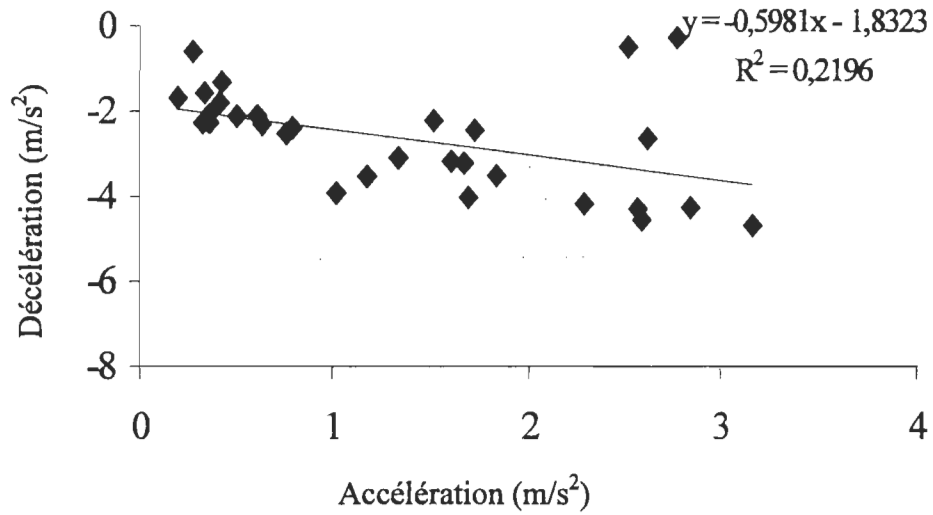


Figure 14. Corrélation entre l'accélération maximale et la décélération maximale pour le groupe contrôle ($r = -0,469$).

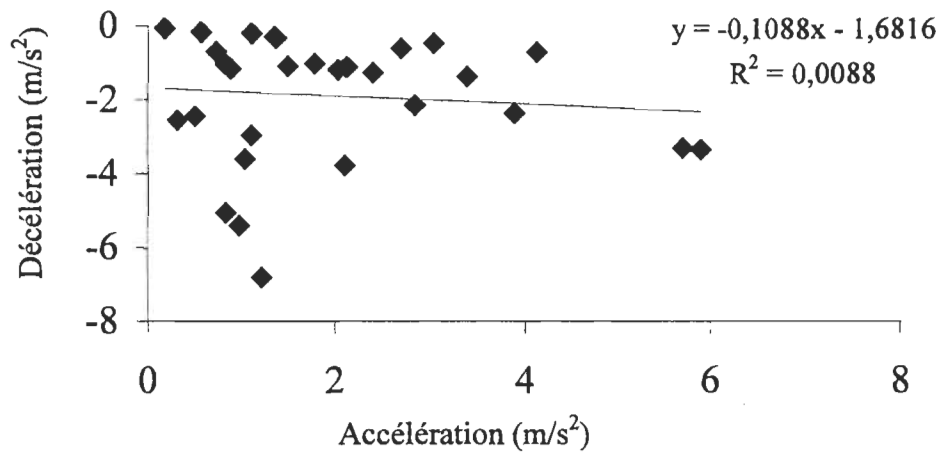


Figure 15. Corrélation entre l'accélération maximale et la décélération maximale pour le groupe expérimental ($r = -0,093$).

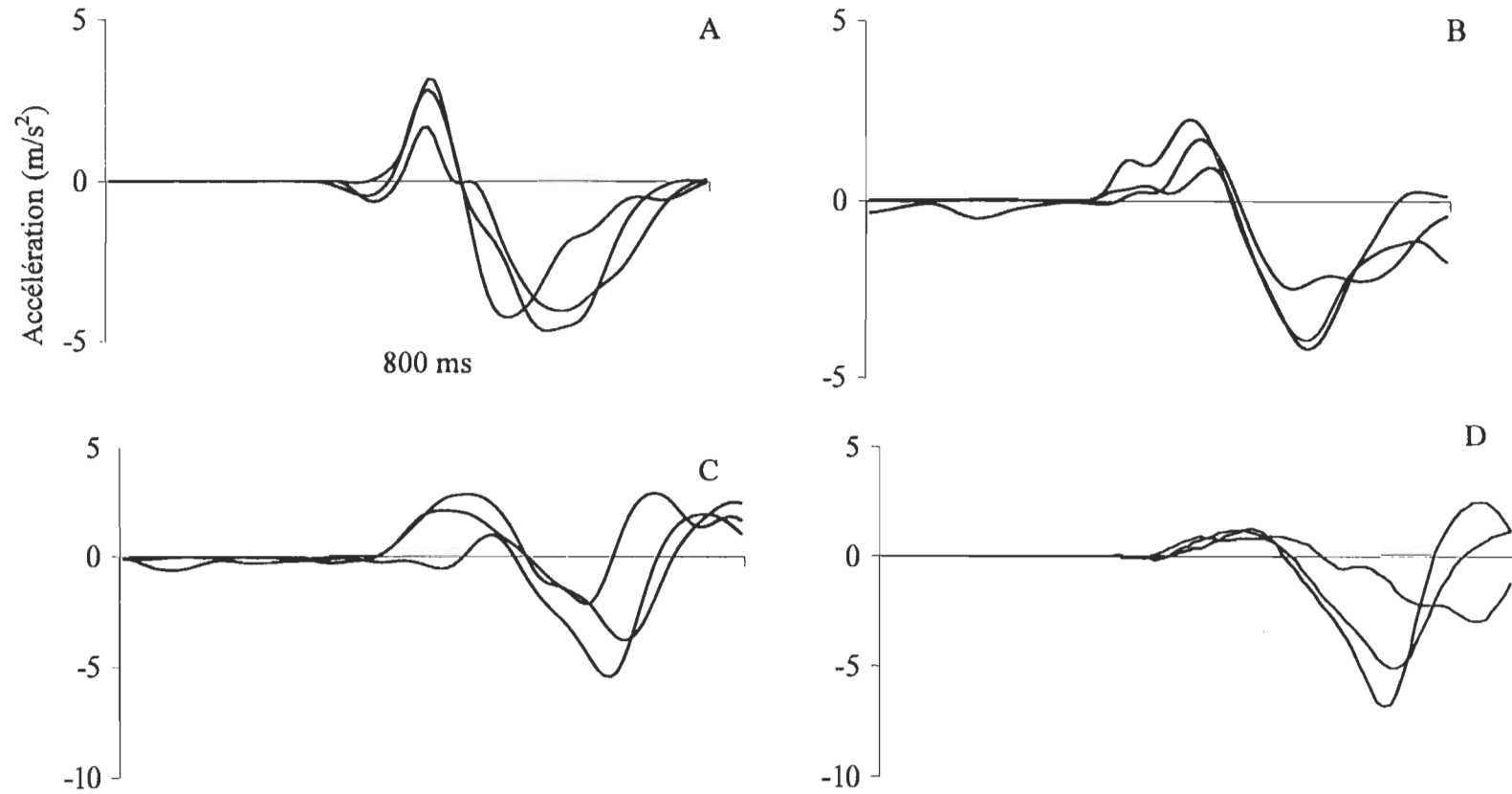


Figure 16. Courbes d'accélération de l'objet durant le MS sans perturbation (à gauche) et avec perturbation (à droite) pour le sujet contrôle 3 (A et B) et le sujet expérimental 8 (C et D). Noter que les échelles ne sont pas les mêmes pour les deux sujets

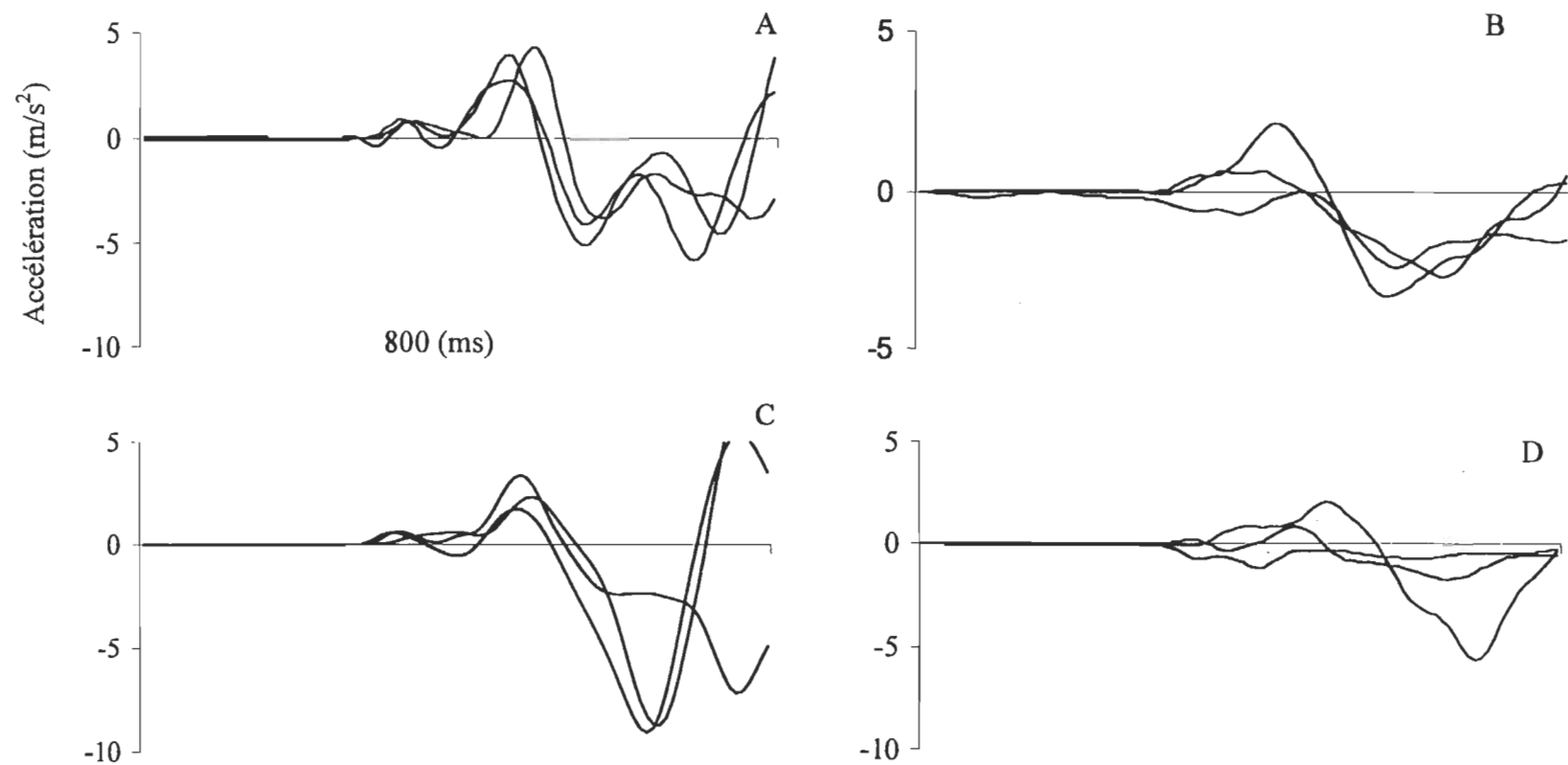


Figure 17. Courbes d'accélération de l'objet durant le MC sans perturbation (à gauche) et avec perturbation (à droite) pour le sujet contrôle 3 (A et B) et le sujet 8 expérimental (C et D). Noter que les échelles ne sont pas toutes les mêmes.

Les prochaines figures (18 à 21) représentent les patrons d'accélération et de décélération ainsi que la Fp du sujet contrôle 3 et du sujet expérimental 8. Ces deux sujets démontrent clairement les tendances de leur groupe respectif. Le groupe contrôle présente des patrons de Fp similaires d'un essai à l'autre, dans les différentes conditions. Le groupe expérimental de son côté présente des courbes variables d'un essai à l'autre. De plus, durant les conditions avec perturbation, ces sujets semblent avoir plus de difficulté à s'ajuster. Pour ce qui est des courbes d'accélération, le groupe contrôle présente des courbes plus symétriques, comparativement au groupe expérimental. Cependant il faut noter que la symétrie des courbes n'implique pas nécessairement des amplitudes d'accélération et de décélération tout à fait similaires. Les figures 18 à 21 permettent de constater que la phase d'accélération de l'objet est similaire pour les deux sujets. Les valeurs d'accélération maximale pour les deux groupes pour l'ensemble des conditions ne sont pas statistiquement différentes (contrôle = $1,45 \text{ m/s}^2 \pm 1,17 \text{ m/s}^2$; maladroit = $1,86 \text{ m/s}^2 \pm 1,53 \text{ m/s}^2$).

Les figures 18 et 19 illustrent le patron cinématique de l'accélération et de la Fp de l'objet durant la phase II (la saisie) du mouvement pour le sujet contrôle 3 et le sujet expérimental 8 durant le MS avec et sans perturbation. Pour les deux sujets, la valeur maximale de l'accélération est sensiblement la même lors du MS sans perturbation ($S_3 = 2,56 \text{ m/s}^2$; $S_8 = 2,44 \text{ m/s}^2$). Durant le MS avec perturbation, on note une diminution de la valeur maximale de l'accélération chez les deux sujets ($S_3 = 1,67 \text{ m/s}^2$; $S_8 = 1,57 \text{ m/s}^2$). Aux figures 18 et 19, on peut remarquer que les deux sujets présentent des courbes

d'accélération plus aplaties lors de l'ajout de la perturbation. De plus on peut remarquer que la FPM du sujet 3 a augmenté lors de l'ajout de la perturbation et que pour le sujet 8 la FPM a diminué.

Les figures 20 et 21 représentent le patron cinématique de l'accélération et de la FP de l'objet durant la phase II (la saisie) du mouvement pour le sujet contrôle 3 et le sujet expérimental 8 durant le MC avec et sans perturbation. Tout comme pour le MS, les valeurs maximales de l'accélération sont similaires chez les deux sujets, par contre, elles ont augmentée ($S_3 = 4,63 \text{ m/s}^2$; $S_8 = 5,62 \text{ m/s}^2$). Il semble que le sujet 8 éprouve plus de difficulté à produire une accélération comparable à celle produite durant le MS, tandis que le sujet 3 maintient sensiblement le même patron d'accélération. Lors du MC avec perturbation, la valeur de l'accélération a diminué chez les deux sujets. La perturbation a affecté plus considérablement le sujet expérimental que le sujet contrôle comme en témoignent les valeurs d'accélération; $S_3 = 3,48 \text{ m/s}^2$; $S_8 = 0,96 \text{ m/s}^2$. Pour ce qui est de la Fp, on constate que le sujet 3 diminue sa FPM lors de l'ajout de la perturbation comme le fait le sujet 8.

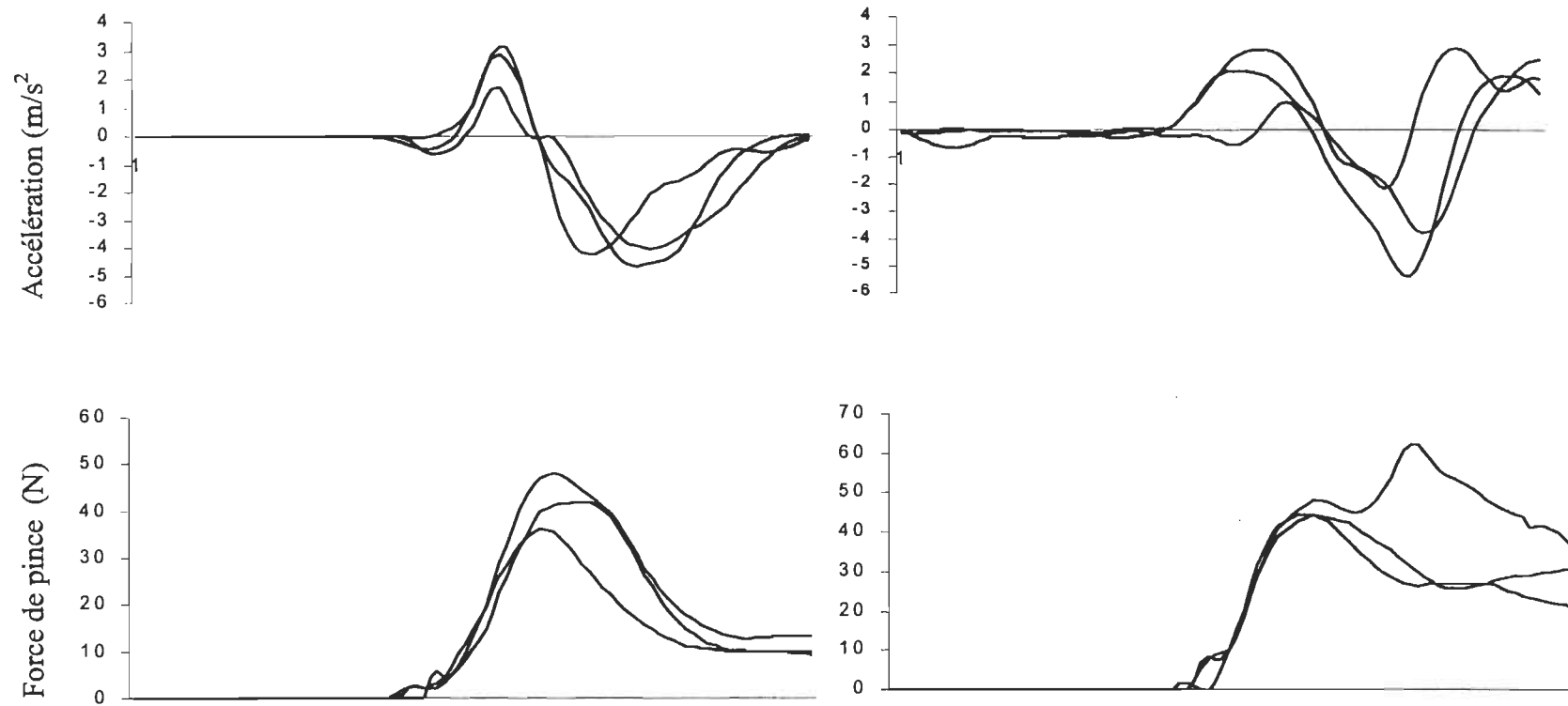


Figure 18. Tracé de l'accélération (en haut) et de la force (en bas) pour le sujet contrôle 3 (à gauche) le sujet expérimental 8 (à droite) dans la condition MS sans perturbation. Noter que les échelles ne sont pas les mêmes.

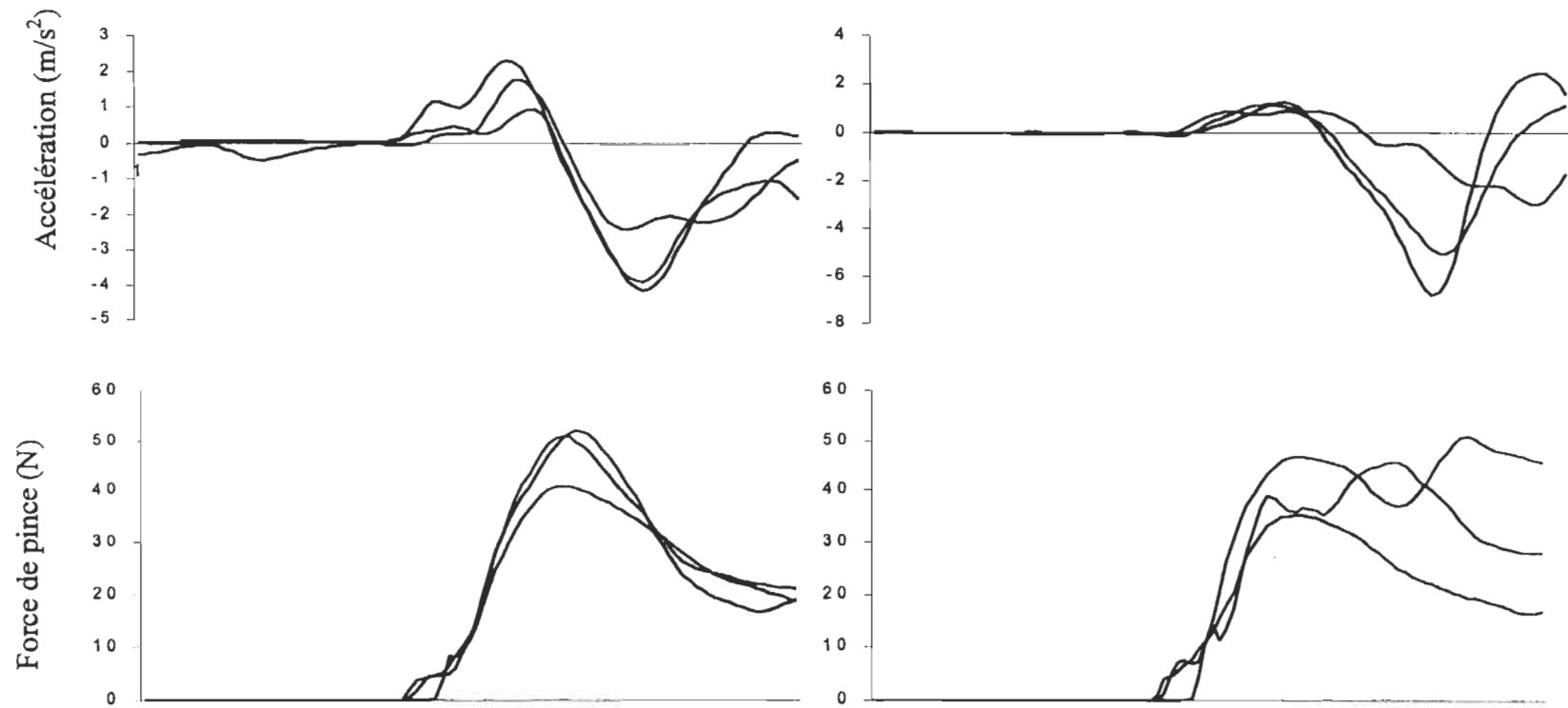


Figure 19. Tracé de l'accélération (en haut) et de la force (en bas) pour le sujet contrôle 3 (à gauche) le sujet expérimental 8 (à droite) dans la condition MS avec perturbation. Noter que les échelles ne sont pas les mêmes.

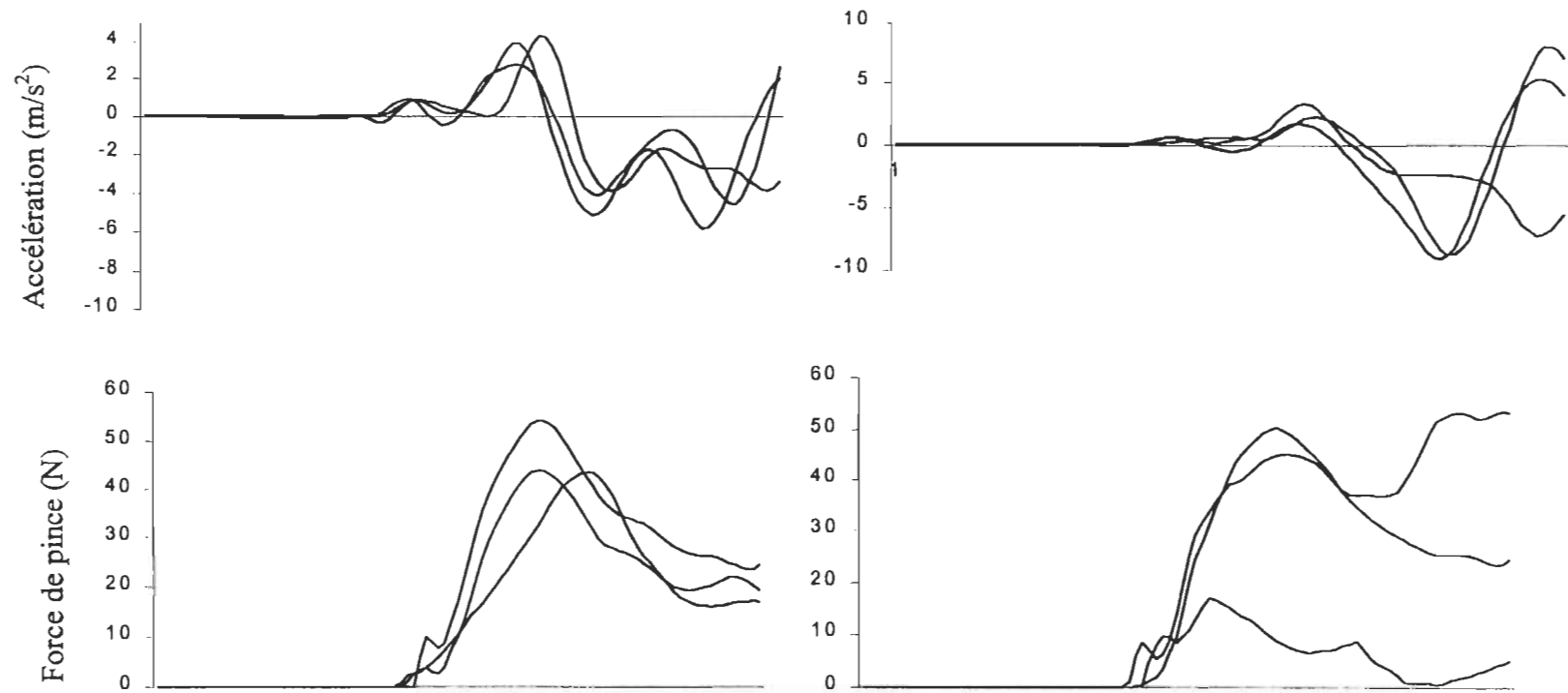


Figure 20. Tracé de l'accélération (en haut) et de la force (en bas) pour le sujet contrôle 3 (à gauche) le sujet expérimental 8 (à droite) dans la condition MC sans perturbation. Noter que les échelles ne sont pas les mêmes.

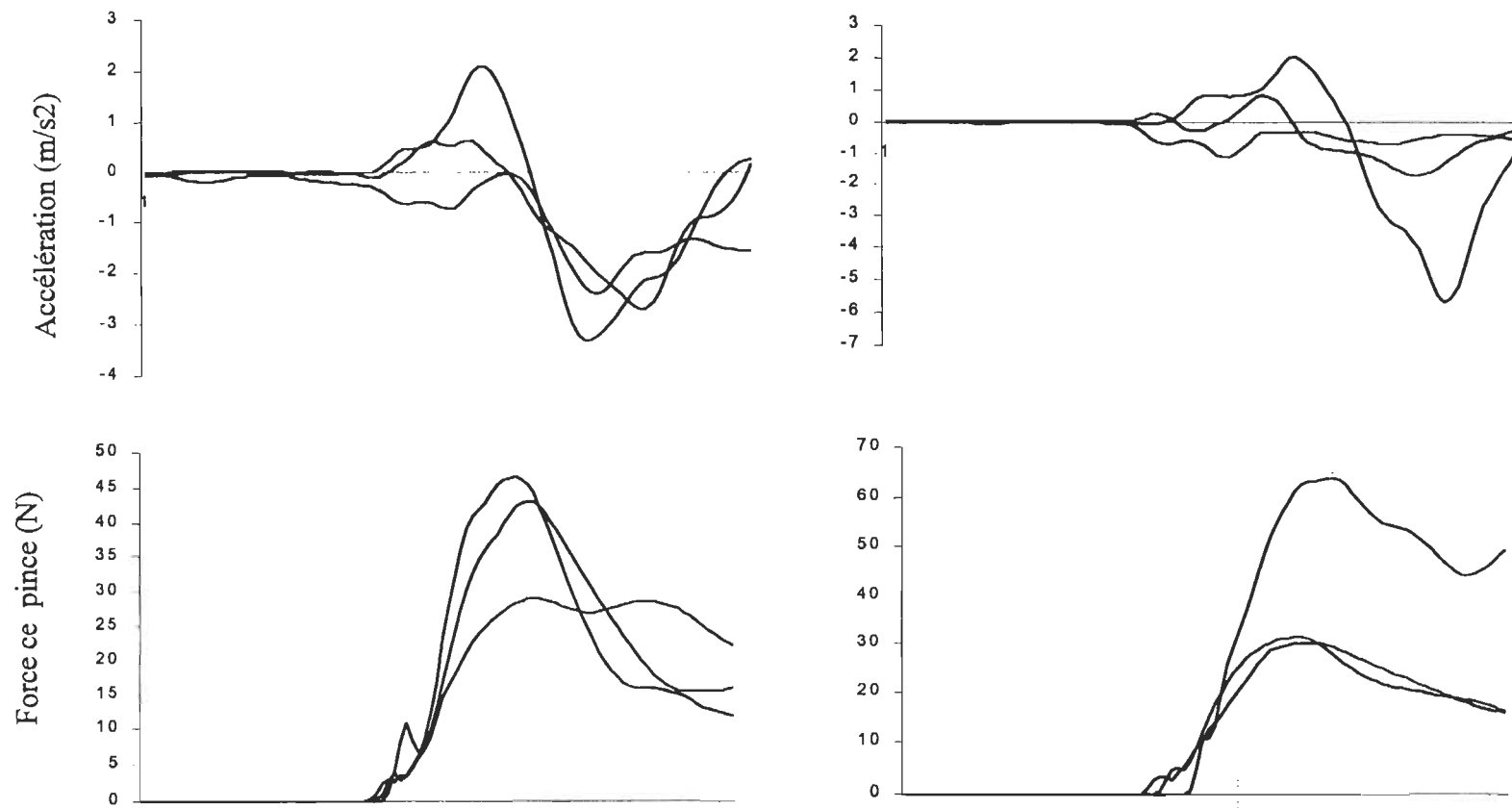


Figure 21. Tracé de l'accélération (en haut) et de la force (en bas) pour le sujet contrôle 3 (à gauche) le sujet expérimental 8 (à droite) dans la condition MC avec perturbation. Noter que les échelles ne sont pas les mêmes

Tension réelle. Une autre façon de comprendre comment les sujets des deux groupes ont exécuté le mouvement est de regarder les courbes de tension réelle. La tension réelle permet de mettre en lumière l'effet de l'inertie de l'objet sur le déploiement de la Fp. Nous savons que la Force se calcule par le produit de la masse de l'objet (m_o) par l'accélération gravitationnelle (g). Il est possible de déterminer la tension réelle (Tr) à partir de l'équation suivante : (Flanagan et Wing, 1995)

$$Tr = (m_o \times g) \times (m_o \times \text{accélération de l'objet})$$

Donc, en calculant le ratio de la Tr/Fp , il est possible de faire ressortir l'effet du changement de poids de l'objet sur le patron cinématique de la Fp. Les figures 22 et 23 représentent des courbes superposées du ratio Tr/Fp des essais du MS avec et sans perturbation. La figure 22 présente les ratios Tr/Fp pour le sujet contrôle 3 et la figure 23 présente les ratios Tr/Fp pour le sujet 10. La comparaison des courbes de ratio avec et sans perturbation permet de quantifier la vitesse d'adaptation du sujet à l'augmentation du poids. Ceci se fait en comparant l'écart entre les deux courbes qui représente cette latence d'adaptation. Plus la courbe de ratio Tr/Fp du MS avec perturbation rejoint rapidement celle du ratio Tr/Fp du MS sans perturbation, donc que l'aire entre les courbes est petite, alors on peut dire que le sujet s'ajuste rapidement en fonction de la perturbation ressentie.

Le sujet 3 (figure 22) est visiblement surpris au premier essai perturbé puisque l'aire entre les deux courbes de ratio Fp/Tr est beaucoup plus importante lors de cet essai. Dès le deuxième essai, il s'ajuste plus rapidement comme le démontrent les

courbes de ratio F_p/Tr . Le sujet 10 (figure 23) semble constamment surpris par la perturbation. Il n'a pas réussi à se réajuster pour contrer la perturbation, comme le démontre la surface entre les courbes de ratio F_p/Tr .

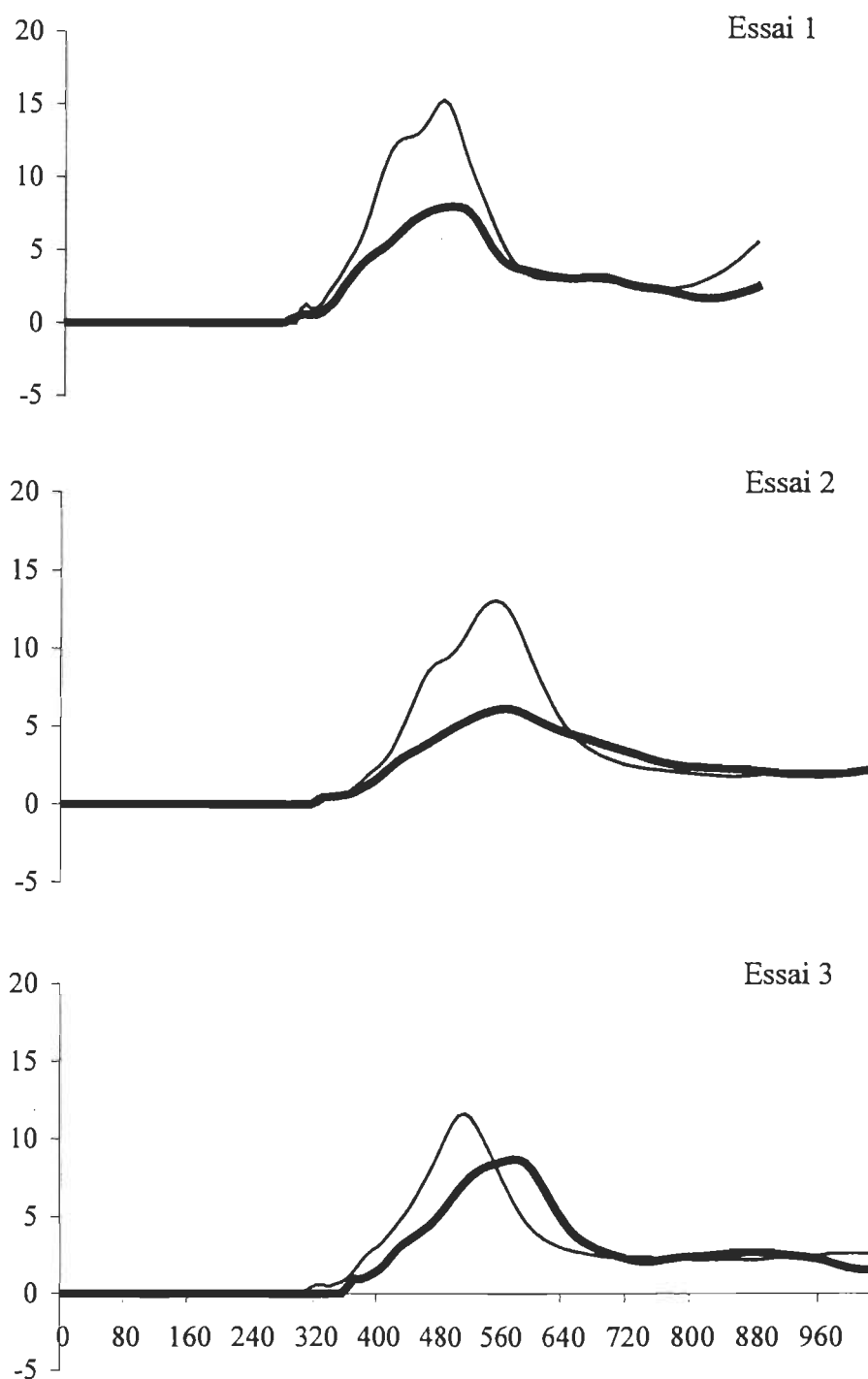


Figure 22. Courbes de ratio Tr/Fp du sujet contrôle 3 pour les trois essais de MS sans perturbation (trait fin) et de MS avec perturbation (trait gras).

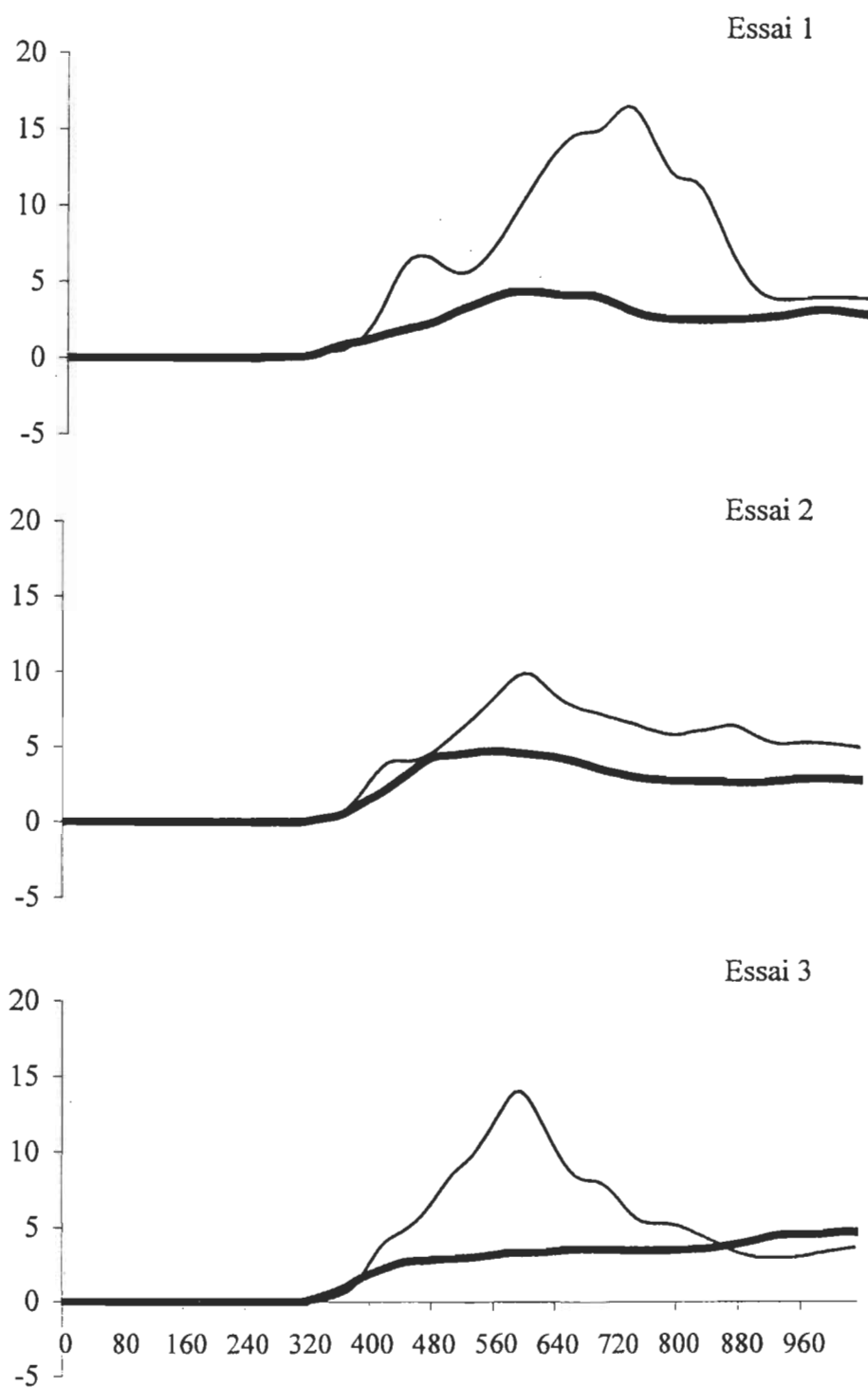


Figure 23. Courbes de ratio Tr/Fp du sujet expérimental 10 pour les trois essais de MS sans perturbation (trait fin) et de MS avec perturbation (trait gras).

CHAPITRE IV

Discussion

Les cinq sujets expérimentaux ont été sélectionnés à partir de l'épreuve psychomotrice du MABC (Henderson et Sudgen, 1992). Les valeurs de corrélation que nous avons obtenues avec le test de Missiuna (1992), nous permettent de croire que ce test est le plus adéquat pour déceler correctement les enfants maladroits. Comme le soulignent les chercheurs Wann, Mon-Williams et Carson (1998), ce test psychomoteur devrait être utilisé comme épreuve standard pour identifier les enfants avec des problèmes de la coordination. Malgré des procédures de sélection systématiques, les enfants identifiés comme maladroits dans la littérature, diffèrent les uns des autres. Ils ne forment pas un groupe homogène (Wright et Sudgen, 1996). Nous avons également observé une hétérogénéité dans notre groupe expérimental malgré notre processus de sélection méticuleux. Comme plusieurs populations symptomatiques, les enfants maladroits présentent un portrait clinique très différent d'un individu à l'autre. Il semble qu'il soit encore ardu d'établir avec certitude le degré de la maladresse chez ces enfants. Même si nous avons choisi des enfants provenant d'un même niveau socio-économique, d'un même groupe d'âge, sans retard intellectuel et ayant des scores comparables au MABC, nous observons des comportements moteurs qui varient d'un individu à l'autre. Par conséquent, n'ayant pas un très grand nombre de sujets par groupe, il est difficile de faire ressortir clairement les différences entre les sujets contrôles et les sujets expérimentaux. Par contre, nos résultats suggèrent que les enfants maladroits produisent

les mouvements avec peu de constance d'un essai à l'autre, ce qui, par conséquent augmente le niveau de variabilité et diminue la possibilité d'observer des généralités. Malgré cette grande instabilité inter et intra-sujets, certains résultats de notre étude tendent à confirmer nos hypothèses.

Hypothèse 1

Le but général de cette étude était d'analyser l'organisation temporelle des mouvements de préhension et de manipulation chez l'enfant maladroit. Nous avons, comme Wann *et al.* (1998), analysé le mouvement de préhension en le divisant en 2 phases: la phase de transport de la main vers l'objet incluant la saisie et la phase de soulèvement de celui-ci. La première partie du mouvement est dépendante de la coordination œil-main. L'enfant doit programmer son mouvement en tenant compte de l'information visuelle qui le renseigne sur l'objet lui-même et sur l'environnement qui l'entoure. Par conséquent, les caractéristiques de l'objet, sa forme, sa grosseur, son poids, sa texture sont tous des éléments qui viennent affecter la planification et la réalisation du mouvement (Weir, 1994).

La première hypothèse suggérait qu'il n'y aurait pas de différence significative entre le groupe expérimental et le groupe contrôle dans la condition de préhension du MS. Cette condition consistait à simplement saisir et soulever l'objet. Donc, les enfants maladroits ne devaient pas se différencier des enfants contrôles sur le plan des paramètres temporels du mouvement de préhension. L'enfant maladroit devrait réussir à programmer correctement le mouvement jusqu'à la saisie de l'objet. Ce qui implique nécessairement que l'enfant décode correctement le feed-back visuel qu'il perçoit pour

ajuster son mouvement. Cette partie de l'hypothèse s'est révélée exacte. Nous n'avons pas trouvé de différence importante entre les deux groupes au niveau de la vitesse du poignet et de l'ouverture maximale des doigts. De plus, les courbes de vitesse du poignet sont très symétriques autant chez le groupe contrôle que chez le groupe expérimental. Selon la consigne, les sujets devaient produire le mouvement le plus rapidement possible. Cette contrainte obligeait les sujets à programmer le mouvement en boucle ouverte. Or, le sujet initiait le mouvement en déclenchant un programme moteur sans possibilité d'utiliser les feed-back jusqu'à la saisie de l'objet. Ces observations vont à l'encontre de l'hypothèse proposée par Hulme *et al.* (1982), suggérant que la maladresse soit le résultat d'une difficulté d'intégration des informations visuelles, qui par conséquent, altéreraient la perception visuo-spatiale et provoqueraient les mouvements « incoordonnés ».

Nos résultats démontrent que durant la phase de soulèvement, la Fp maximale des deux groupes est similaire dans l'ensemble des conditions. Cette observation a également été rapportée dans l'étude de Hill et Wing (1998) portant sur l'application de Fp et de l'accélération dans un mouvement de préhension. Ces derniers ont observé que le sujet contrôle et le sujet maladroit produisaient la même Fp maximale pour saisir et soulever l'objet. Ils conviennent également, comme nos résultats le démontrent, que la Fp programmée (anticipée) est similaire chez les deux groupes de sujets. Il apparaît cependant que les enfants maladroits éprouvent certaines difficultés lorsqu'ils soulèvent l'objet. D'une part, on constate que ceux-ci soulèvent l'objet moins haut que le groupe contrôle comme le démontre le tableau 3. D'autre part, il semble que l'accélération

appliquée à l'objet pour le soulever est différente entre les deux groupes. Cette différence se traduit principalement par une asymétrie du patron d'accélération chez le groupe expérimental (voir la figure 18).

L'hypothèse 1 n'est donc pas soutenue. Même un mouvement de préhension aussi simple et fondamental que saisir et soulever un objet, est problématique pour les enfants maladroits. Cette affirmation est vraie non pas dans la phase de transport de la main vers l'objet mais principalement dans la phase de soulèvement de celui-ci. En d'autres mots la performance se détériore lorsque l'enfant maladroit a l'objet entre les mains.

Hypothèse 2

Un second but visé par cette recherche était d'évaluer la capacité des enfants maladroits à s'ajuster lors de l'introduction d'une perturbation inattendue. À l'insu du sujet, nous augmentions le poids de l'objet afin de mesurer l'adaptation à la perturbation. Selon l'hypothèse 2, les enfants maladroits, lors de l'ajout d'une perturbation, devaient obtenir une performance inférieure au groupe contrôle. Ce déficit dans la performance se traduirait dans certains paramètres temporels du mouvement par une lenteur des ajustements qui amènerait l'enfant maladroit à échapper l'objet.

L'introduction de la perturbation n'a pas amené de différence dans la phase de transport de la main vers l'objet tant dans le MS que le MC. Cela suggère que les deux groupes n'anticipaient pas la perturbation. De plus, cette observation est consistante avec les résultats concernant l'hypothèse 1. Par contre, la perturbation a

considérablement affecté la trajectoire du déplacement chez les sujets maladroits. Durant le MS, les enfants maladroits soulevaient l'objet moins haut que les enfants contrôles. Le taux de réussite durant le MC chute nettement chez le groupe expérimental. Le groupe expérimental semble ne pas être en mesure de réagir correctement à la perturbation et ce dans les deux conditions. Le sujet 10, entre autres, n'a pas été capable, lors du premier essai perturbé, de soulever l'objet tant dans la condition de MS que dans le MC.

Pour réussir à soulever l'objet, il est essentiel d'appliquer une Fp adéquate et de produire une accélération verticale efficace. Il a été prouvé que la Fp appliquée sur l'objet est anticipée par le sujet. De par ses expériences antérieures, le sujet est en mesure d'estimer la force qu'il doit appliquer. La forme, la texture et la grosseur de l'objet sont tous des indicateurs du poids potentiel de ce dernier (Johansson, 1996). Un temps d'atteinte de la Fp maximale rapide démontre que le sujet utilise les caractéristiques extrinsèques de l'objet pour programmer adéquatement la Fp. Nécessairement, lors de la saisie, l'information proprioceptive provenant particulièrement des mécanorécepteurs des doigts (Johansson, 1996) permet des ajustements rapides pour assurer une prise stable et minimiser les risques d'échapper l'objet. À ce moment, dans le processus de programmation il y a une comparaison entre la commande motrice programmée en anticipation et l'afférence proprioceptive. Suite à cette comparaison le SNC est en mesure de réajuster son programme moteur initial afin de compléter avec succès le mouvement (Wann *et al.* 1998). Nous estimions que la Fp devait augmenter lors de l'ajout de poids. Cette prédiction suivait la loi universelle de

Newton $F=ma$ et allait dans le même sens que les observations de Johanson (1996). Étonnamment, nous avons obtenu des valeurs de la F_p inférieures lors de l'ajout de poids. L'explication la plus plausible justifiant ces données est que l'objet a glissé entre les doigts des sujets. Malheureusement, la disposition de notre montage expérimental ne nous a pas permis de confirmer cette possibilité à l'aide des données cinématiques. La caméra placée en plan frontal était ajustée pour détecter uniquement le mouvement de l'objet. Comme le marqueur réfléchissant était placé sur la partie supérieure de l'objet, il était impossible de capter, avec cette caméra, les premiers instants du contact des doigts avec celui-ci. Cependant comme l'accélération affecte directement l'application de la F_p , cette variable nous éclaire quelque peu sur la production du mouvement par les sujets. Nous avons observé deux approches pour moduler la F_p maximale afin de ne pas échapper l'objet lors de l'ajout de la perturbation durant le MS. Soit que les sujets maintiennent une accélération maximale similaire à celle produite durant le MS sans perturbation tout en produisant une F_p maximale semblable, ou soit ils diminuent dramatiquement l'accélération maximale et, de ce fait, qu'ils obtiennent des valeurs de F_p maximale inférieures sans toutefois échapper l'objet.

Nous croyons que le faible taux de réussite des sujets maladroits lors de l'ajout de la perturbation est directement relié à une accélération maximale et une décélération maximale moins accentuées chez le groupe expérimental comparativement au groupe contrôle. De plus, l'absence de corrélation entre l'accélération et la décélération chez le groupe expérimental témoigne d'un problème d'ajustement qui se traduit par une

asymétrie dans le patron cinématique de l'accélération. La grande difficulté qu'ont les enfants maladroits à s'adapter à la perturbation supporte fortement l'hypothèse 2.

Hypothèse 3

Le dernier but visé par l'étude était de comparer la performance des enfants maladroits dans une tâche de mouvement simple versus une tâche de mouvement plus complexe. Smyth (1991), Henderson *et al.* (1992), Missiuna (1994), Dugas *et al.* (1999) ont démontré que plus la tâche est complexe plus les enfants maladroits ont de la difficulté à l'exécuter. La section 4 de la liste de vérification du MABC est très révélatrice à ce sujet. Plus le degré de difficulté de la tâche augmente, plus l'enfant maladroit peut présenter des mouvements « incoordonnés ».

Dans ce projet, le MC avait pour objectif d'augmenter le nombre de paramètres à gérer, donc d'augmenter le niveau de difficulté de la tâche. Selon l'hypothèse 3, on s'attendait à ce que les composantes temporelles du mouvement révèlent des différences entre les deux groupes et une plus grande variabilité chez les enfants maladroits comparativement aux enfants contrôles.

Durant la première phase du mouvement, les deux groupes produisent une vitesse du poignet et une ouverture des doigts similaires autant durant le MS que le MC. Le patron de déplacement de l'objet démontre que les deux groupes produisent un mouvement rectiligne durant le MS. Cependant, le groupe expérimental a soulevé l'objet sous la hauteur demandée. Le MC exigeait des sujets de produire un mouvement curviligne. Contrairement au groupe contrôle, le groupe expérimental a produit une trajectoire très aplatie ne respectant pas la consigne, ce qui n'était pas le cas pour l'autre

groupe. Le MC était, selon nous, très difficile pour les deux groupes. Le taux de réussite a été de 1/15 pour le groupe expérimental comparativement à 9/15 pour le groupe contrôle. La difficulté du MC est due à une contrainte de vitesse qui a obligé les sujets à faire un compromis entre une trajectoire précise et une vitesse maximale. Nous convenons que le groupe contrôle a su s'adapter malgré tout, ce qui n'est pas le cas pour le groupe expérimental. Ainsi la troisième hypothèse est confirmée, c'est-à-dire que plus la tâche est complexe plus nous distinguons les enfants maladroits des enfants contrôles.

Forces et faiblesses de l'étude

Peu d'études se sont attardées à analyser la cinématique et la cinétique d'un mouvement de préhension chez les enfants maladroits. Ce genre d'études permet d'éclaircir et d'isoler certains paramètres du mouvement qui sont susceptibles de nous renseigner sur les difficultés éprouvées par les enfants maladroits. Plusieurs chercheurs (Henderson *et al.*, 1992; Smyth, 1996; Missiuna, 1994; Dugas *et al.*, 1999) se sont intéressés au temps de réaction et au temps d'exécution des mouvements plutôt qu'à la compréhension du mécanisme employé par les enfants maladroits pour produire le mouvement. Ceux-ci reconnaissent que les enfants maladroits sont plus lents que les enfants contrôles mais ils n'arrivent pas à démontrer clairement qu'il n'y a pas de problème de programmation. Nos résultats tendent à prouver que les enfants maladroits n'ont pas de difficulté de programmation et qu'ils arrivent à décoder correctement les informations visuelles. Nos résultats ont également fait état d'une difficulté

d'adaptation des sujets maladroits à la fois aux tâches simples et complexes ainsi qu'à l'ajout de perturbation.

Selon nous, la maladresse serait causée par une difficulté kinesthésique qui affecte un mouvement simple et fondamental, comme saisir un objet et le soulever, mais encore davantage un mouvement plus complexe, comme saisir, soulever et déplacer un objet. Cette difficulté kinesthésique se répercuterait dans l'organisation temporelle des mouvements, par une décélération asymétrique par rapport à l'accélération dans le déplacement de l'objet. Comme si l'enfant synchronisait mal le moment de décélérer parce qu'il perçoit mal, au niveau kinesthésique, son accélération. Dans tous les cas, la difficulté kinesthésique des enfants maladroits ne semble pas se répercuter sur le plan cinétique car leurs Fp sont très peu différentes de celles des enfants contrôles. C'est donc au plan cinématique, dans les ajustements que les enfants maladroits se distinguent.

D'un autre côté, si nous devions reprendre notre étude, nous changerions certains paramètres du protocole. Dans un premier temps, nous n'imposerions pas de temps d'exécution. Selon nous, la contrainte de vitesse a rendu la tâche trop difficile. Elle a en quelque sorte contribué au glissement de l'objet entre les doigts d'où la difficulté à analyser les valeurs de Fp. De plus, selon Johansson (1996), un mouvement exécuté à la vitesse maximale provoque nécessairement une Fp maximale supérieure à celle exigée simplement lors d'un mouvement à une vitesse choisie par le sujet. En second lieu, nous changerions la tâche complexe. Celle-ci s'est avérée beaucoup trop difficile pour les deux groupes de sujets. Les sujets ont préféré produire un mouvement curviligne

plutôt que de respecter la consigne demandant de produire un mouvement vertical suivi d'un déplacement latéral vers la droite. Par conséquent, il était difficile de comparer le MS avec le MC. D'autre part, la présente recherche a fait appel à un très petit nombre de sujets. De plus, considérant la variabilité inter et intra-sujets cela a provoqué un manque évident de puissance statistique.

CHAPITRE V

Conclusion

Le but principal de ce projet était d'analyser un geste moteur que les enfants maladroits exécutent dans la vie quotidienne et de le comparer avec des enfants contrôles. L'analyse d'un mouvement de préhension s'avérait être le geste moteur approprié pour arriver à distinguer des différences entre les deux groupes.

Les données cinématiques relatives à la phase de transport vers l'objet ont permis de constater que les sujets du groupe expérimental produisaient le mouvement de la même façon que les enfants du groupe contrôle. Ces résultats sont très révélateurs sur les prochaines pistes d'études. En d'autres mots, nous savons que les enfants maladroits sont en mesure de bien gérer la programmation en boucle ouverte et d'utiliser l'information visuelle pour exécuter un mouvement. Par contre, d'un autre côté, le groupe expérimental éprouve plus de difficulté dans la phase de soulèvement de l'objet, principalement lors de l'introduction de la perturbation. De ce fait, les données cinématiques tendent à démontrer que l'information kinesthésique n'est pas adéquatement utilisée. À ce stade, il est difficile de savoir si le problème vient d'une latence dans l'intégration du feed-back ou plutôt d'une latence dans l'envoi de la commande visant l'ajustement du geste.

Cette étude nous a permis de répondre à plusieurs de nos interrogations, mais plusieurs questions restent encore sans réponse. Notamment au niveau de la capacité des enfants maladroits à gérer l'information kinesthésique. Selon nous, la phase de

saisie du mouvement de préhension peut nous donner beaucoup d'information sur la capacité des enfants maladroits à gérer le feed-back kinesthésique. Dans l'avenir, nous pourrions reprendre le protocole en regardant les deux aspects suivants. Dans un premier temps, il serait intéressant de regarder comment les enfants maladroits réagissent lorsqu'on varie le poids de l'objet à leur insu mais sans leur imposer de contrainte de vitesse. De plus, il serait intéressant de voir comment les enfants maladroits réagissent à différentes surfaces de contact. Sont-ils aussi efficaces lorsque l'objet est lisse que lorsqu'il est rugueux ?

En terminant, notre dernière recommandation concerne l'augmentation du nombre de sujets dans l'échantillonnage de sujets qui permettrait peut-être de faire ressortir de plus grandes généralités et, de ce fait, aider les intervenants en rééducation psychomotrice à suggérer des correctifs adaptés.

RÉFÉRENCES

- Barnett, A. et Henderson, S. E. (1992). Some observation on the Figure Drawings of clumsy Children. *British Journal of Education Psychology*, 62, 341-355.
- Brooks, V. B. (1979). Motor programs revisited. In R. E. Talbott and D. R. Humphrey (Eds), *Posture and movement*. New York : Raven Press, 13-48.
- Bruininks, R. H. (1978). *Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency*. Circle Pine, MN: American Guidance Service.
- Dugas, C., Gervais, C., et Girouard, Y. (1999). Clumsiness and Developmental Coordination Disorder (DCD) are two separate motor problems. Actes 11^e Symposium international sur l'activité physique adaptée (SIAPA). D. Drouin, C. Lépine, C. Simarel. (Eds).
- Eliasson, A.C. (1992). Manipulative force in grasping of children with cerebral palsy. In H. Forssberg et H. Hirschfeld, (Eds). *Movement Disorders in children. Medecine Sport and Science*, 36, 130-136.
- Eliasson A.C., Gordon, M. et Forssberg, H. (1991). Basic co-ordination of manipulative force of children with cerebral palsy. *Development Medecine and Child Neurology*, 33, 661-670.
- Flanagan, J.R. et Wing, A. M. (1995). The stability of precision force grip during cyclic arm movement with a handheld load. *Experimental Brain Research*, 105, 455-464.
- Forssberg, H., Eliasson, A.C., Kinoshita, H., Johansson, R.S. Westling, G. (1991) Development of human precision grip I :Basic coordination of force. *Experimental Brain Research*, 85,451-457.
- Gachoud, J.P., Mounoud, P., Hauert, C.A. et Viviani, P. (1983). Motor strategies in lifting movements: A comparison of adult and child performance. *Journal of Motor Behavior*, 15, 202-216.

- Gordon, A.M. (1992). Development of anticipatory control mechanisms for manipulation. In H. Forssberg et H. Hirschfeld (Eds). Movement disorders in children. *Medecine Sport and Science*, 36, 130-136.
- Geuze, R. et Börger, H. (1993). Children who are clumsy : Five years later. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 10, 10-21.
- Gubbay, S.S. (1975). *The clumsy child : A study of developmental and Agnosic Ataxia*. London : W.B. Saunders Co. Ltd.
- Henderson, S.E., Barnett, A., et Henderson L. (1994) Visuospatial Difficulties and Clumsiness : On the Interpretation of Conjoined Deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 35, 961-969.
- Henderson, L., Rose, P. et Henderson, S.E. (1992). Reaction time and movement time in children with a developmental coordination disorder. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33, 895-905.
- Henderson, S.E. et Sugden, D. A. (1992). Movement Assessment Battery For Children. London : The Psychological Corporation.
- Hill, E.L. et Wing, A.M. (1998) Developmental disorders and the use of grip force to compensate for inertial forces during voluntary movement K. J. Connolly (Ed). In the *The psychobiology of the hand.. London : Cambridge University Press*
- Horak, F., Sumway-Cook, A., Crowe, T. K. et Black, F.O. (1988). Vestibular function and motor proficiency of children with impaired hearing, or with a learning disability and motor impairment. *Development Medecine and Child Neurology* 30, 64-79.

- Hulme, C., Biggerstaff, A., Moran, G. et McKinlay, I. (1982). Visual, Kinaesthetic and cross-modal judgements of length by normal and clumsy children. *Development Medecine and Child Neurology*, 24, 461-471.
- Jeannerod, M. (1988). *The neural and behavioural organization of goal-directed movements*. Clarendon: Oxford.
- Johansson, R. (1996). Sensory control of dexterous manipulation in humans. In A.M. Wing, P. Haggard et J.R. Flanagan (Eds), *Hand & brain: The neurophysiology and psychology of hand movements*. New York: Academic Press.
- Lord, R. et Hulme, C. (1987). Perception judgements of normal and clumsy children. *Development Medecine and Child Neurology*, 29, 250-257.
- Losse, A., Henderson, S.E., Elliman D., Hall D. Knight, E. et Jongmans, M. (1991). Clumsiness in children –Do they grow out of it ? A 10 year follow-up study. *Development Medecine and Child Neurology*, 33, 55-68.
- Maeland, A. F. (1992). Identification of Children with Motor Coordination Problems, *Adapted physical activity quartely*, 9, 330-342.
- Missiuna, C. A. (1990). *Teacher identification of children with movement skill problems*. Department of Occupationnal Therapy, University of Toronto, Toronto.
- Missiuna, C. A. (1994). Motor skill acquisition in children with developmental coordination disorder. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 11, 214-235.
- Missiuna, C. et Polatajko, H. (1994). Developmental dyspraxia by any other name: Are they just clumsy children? *American Journal of Occupational Therapy*: 49 (7), 619-627.
- Murray, E. A., Cermak, S.A. et O'Brien, V. (1989). The relationship between form and space perception, constructionabilities, and clumsiness in children. *The American Journal of Occupational Therapy*, 44 (7), 623-628).

- Paré, M. et Dugas, C. (1999). Developmental change in prehension during childhood. *Experimental Brain Research*, 125(3), 239-247.
- Paulignan, Y et Jeannerod, M. (1996). Prehension movement : The visuomotor Channels Hypothesis Revisited. In A.M. Wing, P. Haggard et J.R. Flanagan (Eds), *Hand & brain: The neurophysiology and psychology of hand movements*. New York: Academic Press.
- Piek, J.P. et Coleman-Carman, R. (1994). Kineasthetic sensitivy and motor performance of children with developmental co-ordination disorder. *Developmental Medecine and child Neurology*, 35, 976-984.
- Schmidt, R. A. (1982). More on motor program. J. A. S. Kelso & L. Erlbaum (Eds), In *Human Motor Beavior: An introduction* . London.
- Schoemaker, M.M, Hijlkema, M.G.J. et Kalverboer, A.F. (1994). Physiotherapy for clumsy children : an evaluation study. *Developmental Medecine and Child Neurology*, 36, 143-155.
- Sims, K., Henderson, S.E., Morton, J. et Hulme, C. (1996). The remediation of clumsiness II : Is kinesthesia the answer? *Developmental Medecine and Child Neurology*, 38, 988-997.
- Smyth, T.R. et Glencross, D.J. (1986). Information processing deficits in clumsy children. *Autralian Journal of Psychology*, 38, 13-22.
- Smyth, T.R. (1991). Abnormal clumsiness in children: A defect of motor programming? *Child: Care, Health and Development*, 17, 283-294.
- Smyth, T.R. (1992).. Impaired motor skill (clumsiness) in otherwise normal children: A review. *Child: Care, Health and Development*, 18, 283-300.

- Smyth, T.R. (1994). Clumsiness in children: a defect of kinesthetic perception ? *Child Care, Health and Development*, 20, 27-36.
- Smyth, T.R. (1996). Clumsiness : Kinaesthetic perception and translation. *Child Care, Health and Development*, 22, 1-9.
- van der Meulen J.H.P., van der Gon, J.J., Gielen, C.C.A.M. et Willemse J. (1991). Visuomotor performance of normal and clumsy children: Fast goal-directed arm-movements with and without visual feed-back. *Developmental Medecine and Child Neurology*, 33, 40-54.
- Wann, J.P., Mon-Williams, M. et Carson, R.G. (1998). Assing manuel control in children with coordination difficulties. *K. J. Connoly (Ed). In the The psychobiology of the hand : London : Cambridge University Press.*
- Weir, P.L. (1994). Object property and task effects on prehension. In . K.M.B. Bennett and U. Castiello (Eds), *Insights into the Reach to Grasp Movement* (pp.129-150). New York: Elsever Science.
- Willoughby, C. et Polatajko, H.J. (1995). Motor problems in children with developmental coordination disorder: Review of the literature. *Americain Journal of Occupational Therapy*, 49, 787-793.
- Wing, A. M. (1996). Anticipatory Control of grip Force in rapid Arm Movement. In A.M. Wing, P. Haggard et J.R. Flanagan (Eds), *Hand & brain: The neurophysiology and psychology of hand movements*. New York: Academic Press.
- Wright, E. C. et Sugden, D.A. (1996). The nature of developmental coordination disorder: Inter – Intragroup differences. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 13, 357-371.

ANNEXE A

Traduction du questionnaire de Missiuna (1990)

**L'identification par les professeurs d'enfants
avec des problèmes au niveau des habiletés motrices**

Le nom de l'étudiant: _____ Niveau _____ D.O.B.: _____
 Le sexe: M F
 La préférence manuelle : D G aucune

Est-ce que cet enfant a déjà été référé pour une évaluation de

problèmes au niveau de la motricité moteur?	<input type="radio"/> O	<input type="radio"/> N
problèmes académiques ?	<input type="radio"/> O	<input type="radio"/> N
problèmes de comportement?	<input type="radio"/> O	<input type="radio"/> N
pour d'autres problèmes?	<input type="radio"/> O	<input type="radio"/> N

Pour chacun des points suivants, S.V.P. indiquer (X) votre niveau d'accord avec chacun des énoncés. S.V.P. considérer la performance de l'enfant dans chaque sphère d'habileté par rapport à ses pairs.

Les activités motrices globales

Dans la classe, cet enfant:

a) se cogne fréquemment sur des objets	1	2	3	4	5
b) semble maladroit ou malhabile	1	2	3	4	5
c) éprouve de la difficulté à rester assis	1	2	3	4	5

Dans le cours d'éducation physique, cet enfant:

a) paraît être lent ou maladroit	1	2	3	4	5
b) a de la difficulté à attraper et lancer des balles	1	2	3	4	5
c) est souvent imprécis dans les lancers vers des cibles	1	2	3	4	5
d) paraît maladroit quand il botte un ballon	1	2	3	4	5

Dans la cour de récréation, cet enfant:

a) paraît hésitant à s'engager dans des jeux et des activités motrices	1	2	3	4	5
b) trébuche et tombe aisément	1	2	3	4	5

c) est habituellement le dernier à être sélectionné pour des jeux

1 2 3 4 5

Les activités motrices fines

Dans les activités d'art plastique, cet enfant

a) a de la difficulté avec des activités telles qu'enfiler des macaronis sur une ficelle

1 2 3 4 5

b) a de la difficulté à utiliser des ciseaux

1 2 3 5 5

c) ses dessins semblent immatures par rapport à ses pairs (moins de détails et de clarté)

1 2 3 4 5

d) évite ou n'aime pas les activités salissantes (ex. peindre avec les doigts, collage, papier mâché)

1 2 3 4 5

Durant le jeu cet enfant :

a) a de la difficulté à assembler des casse-tête et des modèles

1 2 3 4 5

b) paraît maladroit quand il s'amuse avec des bloc à construire (ex. Lego)

1 2 3 4 5

Dans les routines au vestiaire et à la salle de bain, cet enfant:

a) semble avoir plus de difficulté que les autres avec les boutons, les fermoirs, les fermetures éclair et les lacets

1 2 3 4 5

b) a de la difficulté à placer ses vêtements

1 2 3 4 5

c) est lent à compléter des tâches telles que le rangement, s'habiller et se déshabiller.

1 2 3 4 5

Durant les activités académiques de la classe, cet enfant:

a) a de la difficulté à aligner des chiffres et des lettres sur une page

1 2 3 4 5

b) a de la difficulté à copier du tableau

1 2 3 4 5

c) utilise une prise de crayon qui semble maladroite

1 2 3 4 5

d) l'écriture semble requérir un effort accru

1 2 3 4 5

e) a de la difficulté à se faire valoir

1 2 3 4 5

f) démontre une préférence pour l'expression orale plutôt que l'expression écrite	1	2	3	4	5
g) ne semble pas comprendre les directives	1	2	3	4	5
h) a de la difficulté à suivre les directives	1	2	3	4	5
i) a de la difficulté à socialiser avec les autres enfants	1	2	3	4	5
j) a de la difficulté à apprendre de nouveaux concepts	1	2	3	4	5
k) semble préférer les activités familiales	1	2	3	4	5

Est-ce que cet enfant paraît détester et/ ou éviter des activités particulières?
O N

S.V.P. les indiquer :

Est-ce que cet enfant semble être plus maladroit que les autres enfants de la classe ?
O N

S.V.P. donner des exemples des difficultés observées dans la classe:

Considérant l'ensemble des éléments du développement de cet enfant (ex. cognitif, langage, moteur, social, émotif) , S.V.P. indiquer les éléments qui présentent les plus grandes forces :

les plus grandes faiblesses:

MERCI POUR VOTRE COLLABORATION!

ANNEXE B

Traduction de la liste de vérification de MABC

Nom: _____ Sexe: _____		Date de l'épreuve: _____	
Adresse: _____		Date de naissance: _____	
École: _____		Age: _____ Niveau/année: _____	
Évalué par: _____			

Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Total	Section 5	Évaluation complète avec le mouvement ABC requise	OUI NON
.....	.....	.....	.....	= .....	B M E		

Section 1: Enfant stationnaire et Environnement stable

0	1	2	3
Très bien	Correct	Presque	Pas du tout

L'enfant est capable :

1. De mettre et d'enlever ses vêtements sans aide (chandail, pantalon, bas).
2. De se tenir debout stable sur une jambe (quand il enfle des pantalons, ou une jupe).
3. D'attacher ses lacets, d'attacher sa ceinture et monter sa fermeture éclair.
4. De faire son hygiène corporelle (laver ses mains, se peigner).
5. D'avoir une bonne posture lorsqu'il est assis ou debout (à un bureau, à la table, sur une chaise ou en ligne).
6. De tenir correctement des objets (ciseau, crayon, stylo, pinceau), avec la bonne force et la bonne prise.
7. De dessiner, découper, de tracer avec précision.
8. De former des lettres, des chiffres et des formes géométriques lisibles et cohérentes.
9. De prendre des petits objets (casse-tête, bloc, fève).
10. D'utiliser les blocs, les fèves, les casse-têtes pour compléter une tâche correctement.
11. De tourner les pages d'un livre, de prendre une feuille à la fois dans un paquet de feuilles.
12. De reconnaître les parties de son corps et de faire la différence entre sa droite et sa gauche.

Section 1 Total

Section 2: Enfant en mouvement et Environnement stable

0	1	2	3
Très bien	Correct	Presque	Pas du tout

L'enfant est capable :

1. De marcher dans une pièce en évitant des collisions avec des objets des personnes stationnaires.
2. De transporter des objets dans une pièce en évitant des collisions avec des objets ou des personnes stationnaires.
3. De courir et d'arrêter sans accrocher les objets ou les personnes stationnaires.
4. De sauter ou galoper sur une distance de 4,5 m.
5. De sautiller sur les deux jambes avec aisance.
6. De sauter par dessus des obstacles se trouvant dans un environnement de jeu. (bloc, corde, cerceau)
7. D'utiliser les éléments fixes d'un terrain de jeu ou d'un gymnase tel que l'espalier, la glissade ou la poutre.
8. De manoeuvrer autour et dans les éléments d'une course à obstacles adapter à son d'âge.
9. De lancer des objets (balle, sac de fève, anneau) dans un contenant en lançant sous l'épaule, lorsqu'il est en mouvement.
10. De lancer des objets (balle, sac de fève, anneau) dans un contenant en lançant par-dessus l'épaule, lorsqu'il est en mouvement
11. De courir et de frapper un gros ballon stationnaire.
12. Démontrer une compréhension des directives comme: devant, derrière/ par-dessus, par-dessous/ autour, au travers/ dedans, dehors/ droite, gauche.

Section 2 Total :

Section 3: Enfant stable et Environnement qui change

0	1	2	3
Très bien	Correct	Presque	Pas du tout

L'enfant est capable :

1. De passer un objet en ligne d'un enfant à un autre, passer un livre ou un crayon dans la rangée.
2. De maintenir une position stable durant une activité physique de groupe (de tenir un cerceau pendant que les autres enfants lancent des sacs de fèves dedans).
3. D'intercepter et attraper un objet en mouvement (train jouet, une balle) qui s'approche de lui.
4. D'attraper un gros ballon (qui rebondit ou dans son envol) en utilisant les deux mains.

5. D'attraper une petite balle (qui rebondit ou dans son envol) en utilisant une main.
6. De frapper avec le pied un ballon qui s'approche en utilisant le pied plutôt que la jambe.
7. De frapper une balle qui s'approche avec un bâton, une raquette.
8. De faire rouler une balle pour un enfant qui se déplace et qui doit l'attraper.
9. De lancer une balle ou un sac de fève à un enfant qui se déplace et qui doit l'attraper.
10. De faire rebondir un gros ballon régulièrement sans se déplacer et rester en position stationnaire.
11. De faire tourner une corde à danser avec assez de force pour permettre à un autre enfant de sauter.
12. De suivre le rythme d'une musique en frappant dans les mains ou avec les pieds.

Section 3 Total :

Section 4: Enfant en mouvement et Environnement qui change

0	1	2	3
Très bien	Correct	Presque	Pas du tout

L'enfant est capable :

- 1 De se déplacer dans une pièce en évitant des collisions avec d'autre personne en mouvement.
- 2 D'utiliser les éléments mobiles d'un terrain de jeu ou d'un gymnase, telle une balançoire, sans aide.
- 3 De conduire un véhicule avec des pédales, telle une voiturette, un tricycle, une bicyclette, ou un scooter (selon l'âge de l'enfant).
- 4 De tirer ou pousser un véhicule à roulette, tel une voiturette à pédale, un chariot.
- 5 De participer à un jeu de poursuite (ex.: la Tag).
- 6 De courir et d'attraper une balle.
- 7 De courir et de frapper un ballon qui s'approche.
- 8 De courir et de frapper une balle qui s'approche avec un bâton ou une raquette.
- 9 D'utiliser les habiletés de frapper (avec les pieds, les bras), attraper ou lancer pour participer à un jeu collectif.
- 10 De se déplacer et de garder le contrôle d'un ballon qui rebondit.
- 11 De synchroniser son entrée dans une corde à danser qui tourne.
- 12 De se déplacer dans une variété de directions, de pas et de vitesses en gardant les rythmes d'une musique.

Section 4 Total

Section 5: Comportement de l'enfant en relation avec les difficultés motrices

0 Rarement	1 Occasionnellement	2 Souvent
---------------	------------------------	--------------

L'enfant est:

1. Hyperactif (gesticule constamment, bouge constamment lorsqu'on lui donne des consignes, tripote ses vêtements)
2. Passif (peu intéressé, demande beaucoup d'encouragement pour participer, semble faire peu d'effort)
3. Timide (a peur dans les activités comme sauter, grimper; ne veut pas bouger vite; demande toujours de l'aide)
4. Tendue (apparaît nerveux, tremble; devient frustré dans les situations exigeantes)
5. Impulsif (commence avant la fin de la démonstrations et les instructions de départ, durant les explications; impatient)
6. Distrait (regarde autour; répond aux bruits ambiants, et de l'extérieur)
7. Désorganisé / confus (a de la difficulté à planifier des séquences de mouvements; oublie se qu'il doit faire dans une séquence)
8. Surestime ses habiletés et essay d'augmenter le niveau de difficulté; essay de faire les gestes trop rapidement.
9. Sous-estime ses habiletés (dit que les tâches sont trop difficile; trouve des excuses pour ne pas bien le faire avant le début)
10. Manque de persistance (lâche vite; se frustre vite; rêveur)
11. Obsédé par l'échec (à les larmes aux yeux facilement, refuse de recommencer une tâche)
12. Semble incapable de savourer les réussites (ne donne pas de réponse aux feed-back; aucune expression faciale)

Section 5 Estimation globale des difficultés motrices (Élevé, Moyen , Bon)

☐

ANNEXE C

Liste des épreuves psychomotrices du MABC

Movement Assessment Battery for Children

Compiled by Sheila E. Henderson and David A. Sugden

AGE BAND 2

7-8 years

Name	Gender
Home address	Date of test
.....	Date of birth
.....	Age
School	Grade/class
.....	
Assessed by	
Preferred hand (defined as the hand used to write with)	
Other information	
.....	

Published by The Psychological Corporation Limited, Fooks Cray High Street, Sidcup, Kent DA14 5HP.
Copyright © The Psychological Corporation 1992. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage or retrieval system, without permission in writing from the publisher.
Printed in the United Kingdom
ISBN 0 7491 0133 4

INFLUENCES ON PERFORMANCE

Complete the sections below by noting any physical factors or features of the child's behavior during testing which you suspect might have affected his or her motor performance. Headings (with examples) are given as guidelines only. Although negative aspects are given more emphasis, remember to note positive aspects of the child's behavior.

BEHAVIORAL FACTORS

- **Overactive** (squirms and fidgets; moves constantly when listening to instructions; fiddles with clothes)
- **Passive** (hard to interest; requires much encouragement to participate; seems to make little effort)
- **Timid** (fearful of activities like jumping and climbing; does not want to move fast; constantly asks for assistance)
- **Tense** (appears nervous, trembles; fumbles with small objects; becomes flustered in a stressful situation)
- **Impulsive** (starts before instructions/demonstrations are complete; impatient of detail)
- **Distractible** (looks around; responds to noises/movement outside the room)
- **Disorganized/confused** (has difficulty in planning a sequence of movements; forgets what to do next in the middle of a sequence)
- **Overestimates own ability** (tries to change tasks to make them more difficult; tries to do things too fast)
- **Underestimates own ability** (says tasks are too difficult; makes excuses for not doing well before beginning)
- **Lacks persistence** (gives up quickly; is easily frustrated; daydreams)
- **Upset by failure** (looks tearful; refuses to try task again)
- **Appears to get no pleasure from success** (makes no response to feedback; has a blank facial expression)
- **Other**

PHYSICAL FACTORS

- **Weight/height/weight in relation to height**
- **Vision/hearing/speech**
- **Anatomical/postural defect**
- **Other**

SUMMARY OF QUANTITATIVE DATA

MOVEMENT ABC CHECKLIST SCORE		Motor score	
MOVEMENT ABC TEST SCORE			
Manual Dexterity			
Ball Skills			
Static and Dynamic Balance			
TOTAL IMPAIRMENT SCORE			

SUMMARY OF QUALITATIVE OBSERVATIONS

MANUAL DEXTERITY (Body control/posture; functioning of limbs; spatial accuracy, control of force/effort, timing of actions; other observations including response to feedback during <i>informal</i> testing)
BALL SKILLS (Body control/posture; functioning of limbs; spatial accuracy, control of force/effort, timing of actions; other observations including response to feedback during <i>informal</i> testing)
STATIC AND DYNAMIC BALANCE (Body control/posture; functioning of limbs; spatial accuracy, control of force/effort, timing of actions; other observations including response to feedback during <i>informal</i> testing)

PLACING PEGS

MANUAL DEXTERITY

Quantitative data

Record time taken (secs): F for failure; R for refusal; I for inappropriate

Preferred hand		Nonpreferred hand	
Trial 1	.....	Trial 1	.....
Trial 2	.....	Trial 2	.....

age 7	age 8	score	age 7	age 8
0-24	0-21	0	0-29	0-25
25-27	22-23	1	30-31	26-28
28-29	24	2	32-33	29-30
30-33	25-27	3	34-37	31-32
34-39	28-29	4	38-47	33-34
40+	30+	5	48+	35+

Item score

* Item score = (Preferred hand + Nonpreferred hand) + 2

Qualitative observations

Body control/posture

Does not look at board while inserting pegs ☐
 Holds face too close to task ☐
 Holds head at an odd angle ☐

Does not use pincer grip to pick up pegs ☐
 Exaggerates finger movements in releasing pegs ☐
 Does not use the supporting hand to hold board steady ☐
 Does *extremely* poorly with one hand (asymmetry striking) ☐
 Changes hands or uses both hands during a trial ☐
 Hand movements are jerky ☐

Sitting posture is poor ☐
 Moves constantly/fidgets ☐

Adjustments to task requirements

Misaligns pegs with respect to holes ☐
 Uses excessive force when inserting pegs ☐
 Is *exceptionally* slow/does not change speed from trial to trial ☐
 Goes too fast for accuracy ☐

Other

.....

THREADING LACE

MANUAL DEXTERITY

Quantitative data

Record time taken (secs): F for failure; R for refusal; I for inappropriate

Trial 1	.....
Trial 2	.....

score	age 7	age 8
0	0-20	0-20
1	21-22	21-22
2	23-24	23-24
3	25-28	25-28
4	29-43	29-39
5	44+	40+

Item score

Qualitative observations

Body control/posture

Does not look at holes while inserting tip of lace ☐
 Holds materials too close to face ☐
 Holds head at an odd angle ☐

Does not use pincer grip to hold lace ☐
 Holds lace too far from tip ☐
 Holds lace too near tip ☐
 Finds it difficult to push tip with one hand and pull it through with the other ☐
 Changes threading hand during a trial ☐
 Hand movements are jerky ☐

Sitting posture is poor ☐
 Moves constantly/fidgets ☐

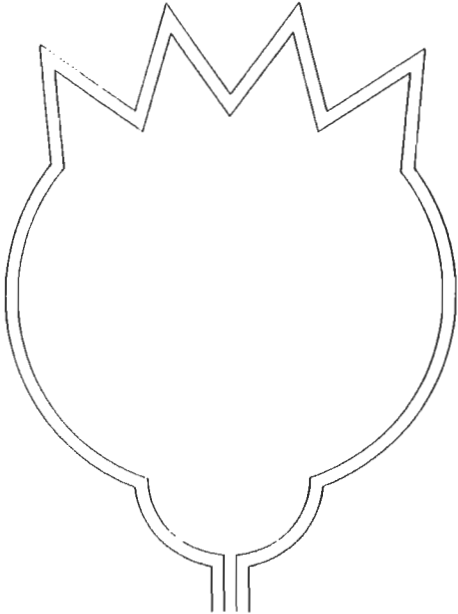
Adjustments to task requirements

Sometimes misses hole with tip of lace ☐
 Is *exceptionally* slow/does not change speed from trial to trial ☐
 Gets muddled in the threading sequence ☐
 Goes too fast for accuracy ☐

Other

.....

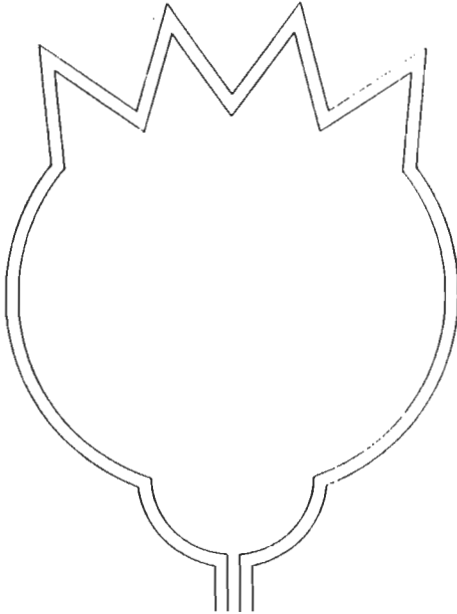
FLOWER TRAIL



START HERE

Name

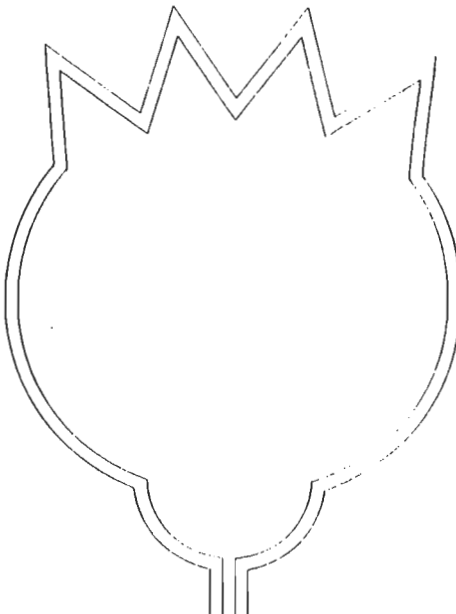
FLOWER TRAIL



START HERE

Name

FLOWER TRAIL



START HERE

Name

Quantitative data

Record number of deviations: F for failure; R for refusal; I for inappropriate

Trial 1		
Trial 2		
Hand used		

score	age 7	age 8
0	0-2	0
1	3	1
2	4	2
3	5-6	3-6
4	7-10	7-9
5	11+	10+

Item score

Qualitative observations

Body control/posture

Does not look at trail
Holds face too near paper
Holds head at an odd angle

Holds pen with an odd/immature grip
Holds pen too far from point
Holds pen too close to point
Does not hold paper still
Changes hands during a trial

Sitting posture is poor
Moves constantly/fidgets

Adjustments to task requirements

Progresses in short jerky movements
Uses excessive force, presses very hard on paper
Is *exceptionally* slow
Goes too fast for accuracy

Other

.....

.....

ONE-HAND BOUNCE AND CATCH

BALL SKILLS

Quantitative data

Record number of catches: R for refusal; I for inappropriate

Preferred hand		Nonpreferred hand	
.....		

age 7	age 8	score	age 7	age 8
9-10	10	0 / 0	8-10	9-10
8	9	1 / 1	7	8
7	8	2 / 2	6	7
6	7	3 / 3	5	6
4-5	5-6	4 / 4	4	5
0-3	0-4	5 / 5	0-3	0-4

*Item score

Qualitative observations

Body control/posture

Does not follow trajectory of ball with eyes
Turns away or closes eyes as ball approaches

Holds hand out flat with fingers stiff as the ball rebounds
Tries to catch ball with hand facing downwards
Arm and hand do not 'give' to meet impact of ball
Fingers close too early or too late
Does *extremely* poorly with one hand (asymmetry striking)

Body appears tense/rigid throughout

Adjustments to task requirements

Bounces ball too close to feet or too far away
Does not adjust body position for catching
Judges force of bounce poorly (too much or too little)
Does not adjust position of feet as necessary
Movements lack fluency

Other

.....

.....

* Item score = (Preferred hand + Nonpreferred hand) + 2

JUMPING IN SQUARES

DYNAMIC BALANCE

Quantitative data

Record number of correct jumps: F for failure; R for refusal; I for inappropriate.

Trial 1
Trial 2
Trial 3

score	age 7	age 8
0	5	5
1	-	-
2	4	4
3	3	3
4	2	2
5	0-1	0-1

Item score

Qualitative observations

Body control/posture

Does not use arms to assist jump
Arms swing out of phase with legs
Arm movements are exaggerated

Body appears rigid/tense
Body appears limp/floppy

Makes no preparatory crouch
Lacks springiness/no push-off from feet
Uneven take-off and loss of symmetry in flight and landing
Jumps with stiff legs/on flat feet
Stumbles on landing

Adjustments to task requirements

Does not combine upward and forward movements effectively
Uses too much effort
Movements are jerky

Other

HEEL-TO-TOE WALKING

DYNAMIC BALANCE

Quantitative data

Record number of correct steps: R for refusal; I for inappropriate

Trial 1
Trial 2
Trial 3

score	age 7	age 8
0	13-15	15
1	8-12	14
2	7	13
3	5-6	10-12
4	3-4	7-9
5	0-2	0-6

Item score

Qualitative observations

Body control/posture

Does not look ahead
Does not keep head and eyes steady

Does not compensate with arms to maintain balance
Exaggerated arm movements disrupt balance

Body appears rigid/tense
Body appears limp/floppy

Is very wobbly when placing feet on line
Sways wildly to try to maintain balance

Adjustments to task requirements

Goes too fast for accuracy
Individual movements lack smoothness and fluency
Sequencing of steps is not smooth/pauses frequently

Other

THROWING BEAN BAG INTO BOX

BALL SKILLS

Quantitative data

Record **number** of goals: R for refusal; I for inappropriate

.....
Hand used

score	age 7	age 8
0	6-10	6-10
1	5	5
2	4	4
3	3	3
4	2	2
5	0-1	0-1

Item score
.....

Qualitative observations

Body control/posture

- Does not keep eyes on target ☐
- Does not use a pendular swing of the arm ☐
- Does not follow through with throwing arm ☐
- Releases bean bag too early or too late ☐
- Changes hands from trial to trial ☐
- Trunk and hips do not rotate as throwing arm comes forward ☐
- Over-rotates and loses balance ☐

Adjustments to task requirements

- Errors are consistently to one side of the box (asymmetry striking) ☐
- Judges force of throw poorly (too much or too little) ☐
- Control of force is variable ☐
- Movements lack fluency ☐

Other

.....

.....

STORK BALANCE

STATIC BALANCE

Quantitative data

Record **time balanced** (secs): R for refusal; I for inappropriate

Preferred leg	Nonpreferred leg
Trial 1	Trial 1
Trial 2	Trial 2

age 7	age 8	score	age 7	age 8
12-20	20	0 / 0	11-20	19-20
9-11	13-19	1 / 1	8-10	11-18
7-8	9-12	2 / 2	5-7	9-10
6	6-8	3 / 3	4	6-8
4-5	4-5	4 / 4	3	4-5
0-3	0-3	5 / 5	0-2	0-3

* Item score
.....

* Item score = (Preferred leg + Nonpreferred leg) + 2

Qualitative observations

Body control/posture

- Does not hold head and eyes steady ☐
- Looks down at feet ☐
- Makes no or few compensatory arm movements to help maintain balance ☐
- Exaggerated movements of arms and trunk disrupt balance ☐
- Body is held rigid ☐
- Sways wildly to try to maintain balance ☐
- Does *extremely* poorly on one leg (asymmetry striking) ☐

Other

.....

.....